TRATTATO COMPLETO

DI

FISIOLOGIA GENERALE

E COMPARATA

DI

F. TIEDEMANN

TRADOTTO LA PRIMA VOLTA SULLA EDIZIONE FRANCESE DEL JOURDAN

ED ANNOTATO DAL DOTTORE

GIOVANNI TERRONE

VOLUME UNICO

FIRENZE

1841



TIPOGRAFIA CATELLACCI E C.

ALLA GIOVENTÙ ITALIANA

Questo capolavoro di uno dei più belli ingegni della Germania, il Professore Tiedemann, è quello che, riprodotto alla luce delle nostre stampe offriamo alla studiosa Gioventù, quale attestato di stima che per essa professiamo. Possano in questo tanto i Medici che i Chirurghi attingere tutto ciò che è necessario per rendersi abili Fisiologi ed ottimi Medici pratici.

Gli Editori
Cesare Catellacci e C.



A SUA ECCELLENZA

IL SIGNOR D. MARINO CARACCIOLO

PRINCIPE DI AVELLINO EC. EC. EC.

ECCELLENZA

La Fisiologia generale e comparata del celebre Tiedemann riunisce senza dubbio tutte le possibili perfezioni. Egli con metodo affatto trascendentale ha messo in paragone la struttura e le funzioni degli esseri viventi tra loro, cominciando dalle classi infime e risalendo alle più perfette e complicate, e riferendole in fine all'uomo che è il centro di ogni comparazione. Per tali riguardi l'opera del Tiedemann, essendo sì pregevole e di gran lunga superiore a quante altre di tal sorta se ne sono fino ad oggi pubblicate, ho creduto convenevole traslatarla dal francese in italiano. Il raro esempio di trasporto che Ella mostra verso lo studio della Notomia e della Fisiologia fa essere giusto il mio divisamento di dedicare a Lei il mio lavoro, pregandola ad accettarlo benignamente come un tenue segno del profondo rispetto, col quale mi dò l'onore di rassegnarmi,

Divotissimo ed Umilissimo Servo
GIOVANNI TERRONE

POCHE PAROLE DEL TRADUTTORE



Dopo che l'immortale Marco Aurelio Severino, splendore della terra incantevole da noi abitata, gittò le fondamenta della Notomia e Fisiologia generale, e tracciò le prime linee della Notomia trascendentale, specialmente sotto l'aspetto della unità della organica composizione, la Fisiologia avrebbe senza dubbio acquistato lustro maggiore, se in prosieguo altri avessero seguite le orme di sì insigne medico e naturalista; nè la scienza della vita sana per lunghi anni sarebbe soggiaciuta all'imperio delle ipotesi e delle imperfezioni. Fin da che il celebre Haller pubblicò il più classico Codice di Fisiologia, questa scienza cominciò ad avere incremento nella via sperimentale, e dal tramontare dello scorso secolo, in grazia delle accurate inchieste di non pochi insigni uomini, la Fisiologia da congetturale, è addivenuta scienza di fatti e di osservazioni. Da detta epoca in poi varie opere classiche di Fisiologia sono venute a luce, dirette ad eliminare la immensità delle strane ipotesi, e per via di sperimenti novelli e ripetuti si sono confermate e stabilite tante verità fisiologiche che giacevano in densa oscurità. La Notomia comparata, che oggigiorno mediante l'opera di parecchi insigni naturalisti ha acquistato il più grande perfezionamento, forma senza dubbio la base dei progressi della Fisiologia, e l'uomo rappresenta il centro cui tende ogni ravvicinamento e si riferisce qualsiasi comparazione. A tale uopo dice Buffon, « L'uomo sarebbe stato viepiù incomprensibile nella sua natura senza la conoscenza dei vitali attributi degli animali. »

Sebbene varj insigni notomici e fisiologi, come Cuvier, Magendie, Treviranus, Meckel, Hunter, Home, Jacobson, Spallanzani, Galvani, Scarpa, Mascagni, Cotugno nei primi lustri del secolo attuale con sperimentali lavori comparativi sieno stati i veri promotori della odierna Fisiologia, pure niuno di essi ha interamente soddisfatto a sì importante subbietto. Il celebre Tiedemann ha riempi-

ta ogni lacuna coll'aver trattata analiticamente la scienza prima nel generico e poscia nello specifico suo aspetto, determinando in un modo nuovo, originale e trascendentale gli attributi degli esseri viventi con quella stessa norma colla quale la Natura manifesta in essi le sue opere ammirabili, mettendo in paragone la struttura e le funzioni dei corpi vivi, cominciando ad osservarle prima nei più semplici e risalendo gradatamente ai più complicati e perfetti. Egli ha fatto ciò con l'avere accuratamente ripetuto gli esperimenti eseguiti all'uopo e col farne dei nuovi. E così la fisiologia ipotetica e metafisica cadrà quanto prima interamente in oblio.

Essendo il trattato di Fisiologia generale e comparata dell'illustre Tiedemann, che è la prima parte della sua insigne opera, tanto utile, pregevole e superiore anche a quello del celebre Treviranus, e per ispirare sempre più nell'animo della gioventù studiosa il desiderio per siffatta scienza, l'ho traslatato dal francese in italiano, e, per quanto le mie forze lo hanno permesso, l'ho corredato di note, e di quelle singolarmente tratte da lavori del nostro celebre concittadino Stefano delle Chiaje, la cui rinomanza riluce in Europa quanto quella dei Meckel, Treviranus, Carus e dell'istesso Tiedemann (1). Voglio augurarmi che il mio lavoro sia benignamente accolto dal rispettabile pubblico e segnatamente dalla gioventù studiosa dalla quale chieggo compatimento.

(1) Per far rilevare la grande estimazione che gode il nostro lodato sig. delle Chiaje crediamo far cosa grata ai nostri leggitori riportare un brano di lettera scrittagli da *Tiedemann* ai 25 settembre 1834. *Avec grand plaisir j'ai reçu le 1. vol. de vôtre Anatom. comp. pour qui je vous remercie beaucoup. Je voudrais bien recevoir le 2 vol. du cel. Poli sur l'anatomie des Mollusques avec le troisieme qui contient vos recherches precieuses.* Parimente il primo consesso scientifico del mondo, l'Accademia di scienze di Parigi, così scrive intorno alle *Memorie del prof. delle Chiaje*, sulla notomia degli animali senza vertebre: *Ouvrage capital, ouvrage d'une rare conscience, enrichie des figures detaillèes, qui annoncent de la part de l'auteur une perseverance à toute eprouve et un amour bien actif de la science.* Acad. de sciences, seance du 19 decembre 1831. Bull. de Ferussac Paris 1831 pag. 206.

PREFAZIONE DELL'AUTORE

In pubblicare questo trattato, mio precipuo scopo è stato di presentare il quadro dei principali risultamenti forniti dalle osservazioni e dalle sperienze fatte nella Fisiologia umana. Egli mi è sembrato tanto più vantaggioso il riunire i fatti fisiologici più scelti, in quanto che niun lavoro generale di tal sorta è stato intrapreso dopo quello di Haller, e che una infinità di osservazioni sparse nelle raccolte delle Società di dotti ed in scritture periodiche non sono conosciute nè valutate nel loro vero merito. Per lunghi anni, per quanto mi è stato possibile, ho procurato di ripetere le osservazioni e le sperienze dei miei contemporanei a fine di esaminarle mercè le mie proprie investigazioni. Nel riferirle e nel darne giudizio, mi sono imposto di essere breve, chiaro, conseguente ed imparziale. Per trovare un punto di vista fisso, onde esaminare la Fisiologia umana, ho creduto necessario far rilevare le particolarità le quali distinguono tanto i corpi vivi in generale che gli animali ed i vegetabili in particolare, sotto l'aspetto della composizione chimica, della configurazione, della struttura e delle forze che loro son proprie. Perciò ho seguito la via della induzione, ed ho messo questi corpi in paragone tanto con gli inanimati che tra loro. Questo è l'unico metodo con cui si possono acquistare esatte conoscenze dei fenomeni che costituiscono la vita, e delle proprietà dei corpi vivi. Gli allievi che bramano divenir medici istruiti e non già soltanto empirici, non dureranno fatica a seguire i particolari nei quali io sono entrato, poichè essi han dovuto familiarizzarsi collo studio delle scienze naturali, della fisica, della chimica, della mineralogia, della botanica, della zoologia, della notomia umana, della vegetale e dell'animale.

Questo Trattato diretto soltanto agli allievi, avrà bensì il vantaggio di far loro conoscere le opere di distinti fisiologi, dalle quali io ho attinto dei materiali, dei fatti e delle idee, e li metterà in istato di poter da sè medesimi rimontare alle origini. Per questa ragione, e perchè contiene un quadro fedele giusta la natura dei fenomeni, delle cause e delle condizioni della vita dell'uomo, desso sarà loro utile nello studio della medicina propriamente detta o dei suoi diversi rami. Nel tempo stesso nell'eser-

cizio dell'arte salutare li preserverà da idee limitate e dal giudicare ed operare precipitoso: cose inevitabili quando non si ha profonda conoscenza della struttura e delle funzioni del corpo umano. Infine essi vi troveranno in ogni luogo principj vantaggiosi per applicarli alla medicina pratica.

INTRODUZIONE

1. La prima cosa a sapersi da colui che intraprende lo studio di una scienza si è il conoscerne la definizione, a qual genere di ricerche essa si limiti, con qual metodo si giugne a sciogliere i problemi che la risguardano, quali ajuti essa può trarre da altre scienze e per quali punti la medesima si lega a molte di esse. Siffatte conoscenze preliminari sono indispensabili ad un principiante per rilevare lo scopo cui tendono le sue occupazioni, scegliere le vie che vi conducono, ed eliminare gli ostacoli che potrebbero essere d'impedimento per giugnervi.

Definizione della Fisiologia dell'uomo.

2. La Fisiologia è la scienza della vita dell'uomo, dei suoi fenomeni, delle sue condizioni e delle sue leggi nello stato sano. Può dirsi ancora che dessa è la fisica dell'uomo, comprendendo sotto il nome comune di natura di esso la riunione delle qualità che lo distinguono (1).

(1) *Il termine* fisiologia (*derivato dal greco* φυσις, natura, *e* λεγειν, discorrere) *è stato preso in sensi diversi. Giusta il suo valore etimologico indica:* la storia della natura in generale. *Sembra che* Aristotile (Metaphys. ed. Casaub. *p.* 386 *e* 488) *sia stato il primo a servirsi della voce* οἱ φυσιολογοι. *Esso indicava anche* Talete, Anassimene, Eraclito, Diogene, Empedocle *ed* Anassagora *che eransi occupati della natura delle cose, della loro origine e delle loro cause. Si troveranno de' particolari più estesi intorno al significato del termine* fisiologia, *appo gli antichi, nell'opera di Nasso intitolata:* Abhandlung ueber den Begriff und die Methode der Physiologie (*Leipzick* 1826 *in* 8.) *I moderni si sono serviti di questo termine nel senso stretto di* storia della natura dell'uomo. *Fernel* (Praef. in medicinam. *Paris* 1538 *p.* 3.) *cita la fisiologia come un ramo della medicina che tratta della natura dell'uomo nello stato sano e delle sue funzioni. Egli dice:* omnium totius medicinae partium prima existit φυσιολογικη, quae hominis integre sani naturam, omnes illius vires, functionesque persequitur. *Questo senso è stato conservato dalla maggior parte de' medici.* Boerhaave *ed* Haller *definirono la fisiologia:* la scienza degli usi e delle funzioni delle parti del corpo umano. *Taluni hanno distinto con tal voce* la storia della vita. *Si sono introdotti ancora altri nomi per sostituirli a quello di fisiologia. Così Deusing chiamava la fisiologia:* doctrina de aeconomia naturali corporis humani, *e Federigo Hoffmann:* philosophia corporis viri. *In questi ultimi tempi si sono proposti i nomi di* dinamologia, biologia, organonomia, zoonomia. *Volendosi continuare a servirsi del termine fisiologia, bisognerebbe denotare ancora l'*istoria della natura dei corpi viventi o organizzati. *In tal modo si distingue la fisiologia delle piante, e degli animali, o di tutte le specie di corpi vivi, quando essa sceglie, come subietto delle sue ricerche, le qualità e le manifestazioni della vita di una sezione intera di corpi organizzati ovvero di una specie in particolare* (A).

Da quanto l'autore ha dottamente espresso nella sua lunga nota sul significato e sul senso del termine fisiologia, *sembrami potersi con poche parole conchiudere* 1. *che fisiologia nel senso etimologico vuol dire scienza della natura,* 2. *nel senso convenzionale, come è preso comunemente, intendesi la scienza delle funzioni degli esseri organizzati nello stato sano; e siccome questi sono vegetabili ed animali, così diciamo* fisiologia vegetabile ed animale. — Il Trad.

Scopo della Fisiologia dell'uomo.

3. La fisiologia ha per scopo la esposizione dei fenomeni della vita umana e le condizioni dalle quali essi dipendono. Per giungervi in modo più sicuro fa d'uopo primieramente determinare quali sieno i fenomeni che si denotano sotto il nome di *vita in generale* (1). Perciocchè le prime cose da studiarsi sono le proprietà generali dei corpi detti organizzati o vivi. Non si possono rilevare le relazioni di causalità della vita che ricercando le condizioni dalle quali esse dipendono. Noi acquisteremo questa conoscenza paragonando i fenomeni e le manifestazioni di attività dei corpi organici o vivi, delle piante e degli animali con quelli dei corpi inorganici o privi di vita (2). Paragoniamo queste due serie di corpi l'una coll'altra sotto l'aspetto della forma, della composizione, dell'aggregazione delle parti, delle azioni, dell'origine, della durata, della distruzione e delle connessioni tanto cogli oggetti esterni che coll'intera natura. Siffatte ricerche comparative manifestano le loro rassomiglianze e differenze; fanno nascere i fenomeni costituenti la vita, e ci conducono ancora a conoscere le forze, le cagioni e le condizioni da cui dipende l'attività propria dei corpi vivi.

4. Per mezzo del paragone quando saremo giunti a conoscere alcune qualità che distinguono i corpi vivi in generale, ed alcune condizioni d'onde esse dipendono, noi dobbiamo affaticarci per ogni lato a discoprire le qualità appartenenti a ciascuna delle due grandi sezioni nelle quali essi son divisi, le piante e gli animali, a fine di poterne dedurre le particolarità della vita degli animali, fra i quali l'uomo è annoverato. Noi giungiamo parimente a questo scopo per via del paragone della loro composizione, della loro configurazione, della loro formazione, manifestazioni di attività e forze, loro origine e fine, loro relazioni colle esterne influenze, il calore, la luce, l'aria, l'acqua ec. E così noi noteremo le impronte particolari e le differenze dei due regni degli esseri viventi.

5. Similmente queste indagini comparative ci fan rilevare le qualità che l'uomo ha in comune tanto con i corpi viventi in generale, che cogli altri animali in particolare, ed in tal modo giugneremo a conoscere non solamente le idee fondamentali sulla vita, la organizzazione e le forze de' corpi vivi, ma bensì le circostanze e le condizioni colle quali la vita si manifesta. In tal caso ci si presenta un problema meno generale, quello di rendere sensibili, paragonando l'uomo cogli altri animali, le particolarità di struttura e di manifestazione di attività, che specialmente gli appartengono, di assegnargli il posto competente nel sistema della natura, di caratterizzare le razze umane, e di seguire la loro distribuzione nella superficie della terra.

6. Nel determinarci alla indagine delle

(1) *La voce vita, presa nel suo senso primitivo, esprime le manifestazioni di attività appartenenti specialmente alle piante ed agli animali, in opposizione di quelle che veggonsi ne' corpi privi di vita, ossia i minerali. Ma più di una volta si è usata metaforicamente per dinotare la somma delle manifestazioni di azione di tutti gli esseri che fan parte dell'universo. Si accorda la vita alla natura presa collettivamente in tal senso, che corpi, fenomeni e forze che vi si osservano sembrano concatenati in guisa da costituire un tutto, e figurano reciprocamente da causa gli uni quanto agli altri. Sotto questo aspetto parlasi della vita dell'universo, de' corpi celesti, della terra, de' minerali, delle piante, degli animali, e si considerano le manifestazioni di attività di questi diversi corpi come semplici emanazioni di una forza fondamentale che si modifica diversamente in essi. Noi non intendiamo la parola vita in questo senso, nè seguiremo l'esempio di Cardano, Campanella, Paracelso, Van Helmont e de' partigiani della filosofia nell'assolutismo, i quali considerano la vita come un attributo di tutto il mondo sensibile: noi intendiamo con tal nome le manifestazioni di attività e le qualità che appartengono come proprie ai corpi organizzati, piante ed animali* (A).

(2) *Riflettendo per poco sulla origine delle nostre conoscenze riguardanti gli oggetti ed i fenomeni della natura, noi tosto ci convinceremo di giungervi principalmente per via del paragone. Quanto più noi rileveremo de' punti di vista sotto i quali possiamo paragonare gli oggetti delle nostre ricerche, tanto più osserveremo somiglianze e differenze tra loro pel lavoro della nostra intelligenza, e tantopiù ancora conosceremo addentro la loro essenza* (A).

manifestazioni di attività dell'uomo e delle cause dalle quali le medesime dipendono, dobbiamo occuparci dapprima delle qualità del suo corpo in cui questi fenomeni si appalesano. Esse sono le particolarità di composizione, di aggregazione, di tessitura e di formazione. Noi esaminiamo dunque la base materiale del corpo umano, e numeriamo le sostanze che entrano nella composizione delle sue parti liquide e solide, delle quali l'analisi chimica ha disvelato la esistenza, indicando i diversi modi di loro combinazioni. Poscia faremo conoscere i cangiamenti di composizione che hanno luogo durante la sua esistenza, tanto mercè l'azione degli organi stessi, che per le influenze esteriori che operano sull'uomo, il calorico, la luce, l'aria, l'acqua e gli alimenti.

7. Quanto alla struttura ed alla forma del corpo umano, noi dobbiamo esaminare la sua configurazione, il modo col quale esso si compone di parti solide e liquide eterogenee, e la sua intima tessitura, cioè le particolarità relative alla sua struttura ed alla tessitura. Bisogna esaminare le parti semplici, quelle in cui finisce l'analisi notomica ed i diversi tessuti colle loro proprietà. Dipoi passeremo alla tessitura o al modo con cui i tessuti si combinano per produrre i diversi organi ed a quello con cui gli organi si connettono per formare gli apparecchi che effettuano le funzioni. Finalmente esamineremo le particolarità e la disposizione di questi stessi apparecchi (1).

8. Il problema principale della fisiologia umana risguarda la esposizione e l'esame delle manifestazioni di attività o di forza che noi chiamiamo *vita dell'uomo*. Bisogna distinguere con tali nomi i fenomeni vitali e le proprietà dei diversi tessuti ed organi del corpo umano. Noi li dividiamo in più classi a seconda delle loro somiglianze e differenze, cercando di rinvenirne le condizioni ed iscoprirne le forze sotto le influenze delle quali essi si producono. Similmente importa stabilire le leggi colle quali le forze pongonsi in azione, e dimostrare come la vita dell'uomo, somma di tutte le sue manifestazioni di attività, può esser prodotta e mantenuta dall'azione reciproca e dalla scambievole dipendenza delle forze. Rimane in fine di tracciare il quadro di tutti i fenomeni vitali considerati tanto nei diversi organi ed apparecchi separati, che nella loro connessione gli uni cogli altri e nella loro scambievole dipendenza, ciò che costituisce il subietto della fisiologia speciale.

9. La fisiologia umana tratta anche dei fenomeni intellettuali, parte la più importante della natura umana. Ma poichè questi fenomeni formano il soggetto di una scienza a parte, chiamata *psicologia*, la fisiologia nell'esaminare le manifestazioni di attività dell'anima, tratta solamente le due seguenti quistioni:

1.° Si esamina fino a qual punto le operazioni dell'anima, quando questa opera, dipendano dalla disposizione del corpo, dalla sua organizzazione, dalle sue forze, e quale influenza esercitino le diverse

(1) *Sebbene lo studio della struttura del corpo umano formi il subietto di una scienza a parte, l'anatomia, non bisogna escluderla dalla fisiologia, prima perchè la struttura stessa è un effetto della vita, secondo perchè noi non possiamo ben capire le funzioni delle parti se non quando conosciamo esattamente la loro struttura. A ragione* Haller *chiamava la fisiologia* anatomia animata, *e nella sua grande opera, egli ha fatto sempre precedere la indicazione della struttura delle parti, alle ricerche intorno alle funzioni da esse effettuate.* Soemmering *sulle orme di* Haller *si è affaticato anche a connettere, per quanto è stato possibile, l'istoria delle funzioni delle parti all'anatomia. Certamente non si studierebbe la struttura del corpo umano con tanta attenzione, senza la mira di giugnere alla conoscenza de' suoi fenomeni vitali. La separazione della fisiologia dall'anatomia, per cagione della immensità degli oggetti e delle manifestazioni di attività che l'uomo offre allo studioso, è cosa cattiva in sè stessa; ma l'usanza essendo quella di considerare la struttura ed i fenomeni vitali dell'uomo come due corpi di dottrina separata, il fisiologo si dispensa di entrare ne' particolari del sito degli organi, e d'indicare tutte le ossa, i legamenti, i muscoli, i vasi ed i nervi. Egli non si occupa che della struttura, della tessitura e del riordinamento degli organi ed apparecchi, del loro scambievole concatenamento mercè i vasi sanguigni ed i nervi, come mezzi onde rendere alcune funzioni più chiare. Egli esamina oltracciò il modo di origine e di formazione del corpo umano e delle sue parti, ed indica i cangiamenti che vi hanno luogo durante la sua esistenza* (A).

funzioni sulle stesse. In questa circostanza, la fisiologia esamina le relazioni tra le operazioni dell'anima e la struttura del cervello, dei nervi e degli organi dei sensi. Dopo ciò essa traccia il quadro della parte che prendono alla manifestazione dell'attività intellettuale la digestione, la respirazione, il sangue e la circolazione di esso, la nutrizione ec.

2.° Essa discute fino a qual segno le manifestazioni di attività dell'anima reagiscano sul corpo e sue funzioni, e vi producano dei cangiamenti. In conseguenza essa indaga quali sono i movimenti ed i fenomeni vitali che possono essere suscitati dai concepimenti e dalle azioni dell'anima, come ed in quali casi la digestione, la respirazione, la circolazione del sangue e gli atti della nutrizione e della separazione possano esser modificati da queste stesse azioni, non che dall'emozioni e dalle passioni.

10. Siccome il genere umano non è rappresentato che da individui passeggieri che nascono dietro talune determinate manifestazioni di attività ed in mezzo ad'alcuni fenomeni, i quali durante la loro esistenza vanno sottoposti a cangiamenti regolari nella loro configurazione, composizione ed attività, e che finiscono col morire, la fisiologia deve egualmente trattare di questi fenomeni. Ciò essa fa trattando della generazione, della formazione e dello sviluppamento del feto e dei periodi della vita. Infine, essa estende i suoi sguardi sulla morte, sui fenomeni che l'accompagnano, sulle differenze che essi presentano a norma dei generi di morte, e sulle cagioni di queste differenze.

11. La fisiologia annovera ancora tra le sue attribuzioni la indagine delle relazioni dell'uomo con le influenze esteriori e colla intera natura. Infatti, la vita umana non è riposta solamente ed esclusivamente sulla struttura, sulla composizione e sulle forze del corpo: essa dipende ancora da influenze esteriori, da un certo grado di calorico, dalla luce, dall'aria atmosferica, dall'acqua e dagli alimenti. È d'uopo dunque passare a rassegna gli effetti di tali influenze sull'uomo, che possiamo chiamare *condizioni esteriori* della vita, le relazioni ch'esistono tra esse, l'organizzazione e le forze del corpo umano, e le cause che fanno dipendere da esse la vita. L'epoche del giorno e dell'anno, i climi, la minore o maggior densità dell'aria ec. esercitano ancora sui fenomeni della vita una forte influenza, di cui la fisiologia non può tralasciar di trattare. Finalmente essa non deve nemmeno omettere le influenze metereologiche, quelle della siccità e dell'umidità dell'atmosfera, delle tempeste ec.

12. L'uomo, qual essere libero nelle sue operazioni, esercita da sè stesso, pel suo genere di vita, per la scelta dei suoi alimenti e bevande, per la natura delle sue occupazioni, per le professioni che esercita, per le disposizioni delle sue abitazioni, pel modo di vestirsi, ec. una influenza considerevole su i diversi apparecchi o organi, cui fa operare in diversi modi. Gli effetti di queste circostanze non debbonsi perdere di vista dai fisiologi Infine i costumi e le abitudini, l'organizzazione della società, la costituzione dello stato, e le opinioni religiose dominanti influiscono molto sulla vita dell'uomo, e meritano di esser anche prese in considerazione.

Metodi di studiare la fisiologia.

13. Dopo aver indagato quali sieno i problemi di cui si occupa la fisiologia dell'uomo, si presenta la questione in qual modo si giugne a risolverli. Con qual metodo, con qual maniera di procedere si arriva a scuoprire le qualità e le manifestazioni di attività dei corpi viventi in generale, e dell'uomo in particolare, e come procedesi alla ricerca delle cause e delle condizioni della vita? Qual metodo devesi seguire per acquistare tali conoscenze? Proviamoci a rispondere a siffatte questioni.

La fisiologia è una scienza sperimentale. A somiglianza della fisica intera e di tutti i suoi rami essa poggia sulla osservazione e sulla induzione. Con l'ajuto dei sensi noi interpretiamo i fenomeni della vita, e giugniamo a comprendere i fatti che appartengono a quest'ultima. La riflessione separa questi fatti dalle loro differenze, gli associa secondo le loro rassomiglianze, congiugne il particolare al generale, o fissa le idee nel loro aspetto. Ne affaticheremo poscia a ricondurre le idee speciali ad idee più sublimi, a trovare le regole e le leggi in virtù delle quali i fenomeni hanno luogo, ed a scuoprirne le cagioni.

La fisiologia dunque ha per base, come ogni scienza sperimentale, l'osservazione mercè i sensi e la riflessione, di modo che essa prestasi all'applicazione di due metodi, l'uno empirico o istorico, e l'altro dogmatico o filosofico. Nello stesso modo che nello sviluppamento naturale

dello spirito umano, l'acquisto per mezzo dei sensi o per l'esperienza è posto in primo luogo, e di là partendo esso, si eleva alle nozioni generali ed alla idea, per passare dopo alla induzione ed alla speculazione, nel modo stesso la fisiologia limitata alla esperienza, deve avere la precedenza sull'altra; poichè essa fornisce i materiali alla induzione ed alla speculazione, e veruu prodotto della speculazione può essere ammesso a far parte di patrimonio della scienza se non dopo essere stato ricondotto nel campo della esperienza, per esservi esaminato.

La fisiologia nel campo della esperienza.

14. Studiando la fisiologia nel campo dell'esperienza, procuriamo a prima vista di conoscere le relazioni che i corpi viventi e le loro qualità hanno con i nostri sensi,e di scuoprire l'un dopo l'altro, con l'ajuto di questi ultimi, i loro fenomeni e le loro manifestazioni di attività. Infatti, il nostro spirito non è in relazione con gli oggetti in un modo immediato: esso non lo è che per l'intermezzo dei sensi esterni. Mediante i soli sensi noi giungiamo a formarci una idea delle cose esterne, e fa d'uopo che queste operino da sè stesse sulla nostr'anima per poter acquistare la nozione della loro esistenza e proprietà. Ma le impressioni degli oggetti sugli organi dei sensi non fanno nascere delle idee che quando l'attenzione dirigesi su di esse: in tal caso diciamo percepire. Tutto quello che sappiamo della natura e de'suoi oggetti, conseguentemente anche delle qualità dei corpi viventi e dell'uomo medesimo, ad eccezione delle operazioni della sua anima, poggia immediatamente sulle impressioni de'sensi, che forniscono i materiali delle idee a tal proposito. Le percezioni delle cose esterne per mezzo dei sensi costituiscono la parte empirica della fisica in generale, e quelle dei fenomeni dei corpi viventi, la parte empirica della fisiologia in particolare.

15. Con l'osservazione e con l'esperienza noi apprendiamo la cognizione delle qualità de'corpi viventi ed i loro rapporti si tra essi che con la intera natura. La prima c'istruisce dei fenomeni che i corpi offrono immediatamente ai nostri sensi. La seconda, al contrario,ci scuopre il modo con cui essi si comportano in talune circostanze che l'arte fa nascere a bella posta, ed in mezzo alle quali li situa non la naturale necessità, ma l'azione dell'uomo, geloso di estendere il grado delle sue conoscenze. Allorchè osserviamo, si esplora in qualche modo la natura; nel mentre che sperimentando, la interroghiamo. Le esperienze oltracciò ci somministrano i fatti più importanti per la spiegazione de'fenomeni, poichè noi tanto più addentro penetriamo la essenza di un oggetto, per quanto acquistiamo conoscenze più svariate e più estese rispettivamente alle sue relazioni con altri corpi della natura.

16. Per osservare e sperimentare, alle volte adoperiamo i sensi, tali come la natura ce li ha dati, e talvolta vi perveniamo mediante diversi strumenti. In questo ultimo caso fa d'uopo essere sicuri della bontà degli strumenti che si scelgono, e sapersene servire. Senza queste due condizioni, si corre rischio d'ingannarsi. Le seguenti regole sono essenziali a seguirsi da chiunque si dà alle osservazioni.

1.° Prima di ogni altro bisogna che i sensi sieno in uno stato perfettamente sano e regolare. Il miglior modo di assicurarsene si è di fare delle osservazioni simultaneamente ad altre persone. Bisogna, di più, riconoscere ed evitare le illusioni ed offuscazioni dei sensi.

2.° Un'altra qualità indispensabile al buon osservatore si è un'attenzione tranquilla, durabile e diretta sull'oggetto delle osservazioni. Questo è il solo mezzo di veder tutto con certezza e perseveranza, e di non farsi niente sfuggire. La voglia di osservare e l'esercizio fanno acquistare quest'attenzione.

3.° L'osservatore, durante le sue ricerche, non deve essere preoccupato da altra opinione, poichè questa è sovente la sorgente dei più grandi falli e dei più gravi errori. L'osservatore parziale rinviene ciò che lusinga la sua teorica favorita, ed omette ciò che si eleverebbe contro essa. (1) Ecco ancora ciò che sovente ha reso pe-

(1) *La verità che l'autore espone non è da mettersi in dubbio. Le esperienze e le osservazioni che si fanno da coloro i quali sono prevenuti a favore di alcuni sintomi sono fallaci e sorgenti di gravi errori. Ciò si scorge alla giornata nelle sezioni cadaveriche patologiche, nelle quali alcuni credono di vedere sempre flogosi e più sovente confonder queste con* imbibizioni *cadaveriche; altri non veggono che*

ricolosi i sistemi filosofici di fisica: l'istoria c'istruisce che in particolare la fisiologia e la medicina hanno avuto più di una volta a pentirsi di un'applicazione indiscreta dei principj ammessi da una scuola dominante in filosofia. Ogni prevenzione dello spirito nuoce all'osservazione. Allorchè qualcuno si mette ad osservare bisogna che si dimentichi la teorica, a meno che non voglia sottoporre le stesse idee teoriche al crogiuolo dell'osservazione. La teorica non può dunque pretendere ad essere considerata come vera ed accettabile, che quando è stata dedotta da osservazioni, e sperimentata con altre osservazioni.

4.° Infine l'osservatore e lo sperimentatore devono essere animati dall'amore della verità. Non si devono occupare che di essa, senza inquietarsi se le loro osservazioni ed esperienze confermeranno o smentiranno delle opinioni ammesse da essi o pure da altri. Non dimentichino mai questo detto del grande Haller; *Boni viri nullam oportet causam esse, praeter veritatem.*

Gli errori ed i falli, in cui s'incorre spessissimo quando si osserva o si sperimenta, dipendono da che si prendono semplici idee in luogo di osservazioni, per conseguenza l'osservar male fa riferire agli oggetti un prodotto della immaginazione. Da un'altra parte pochissimo si contemplano alcuni oggetti, non si esaminano con sufficiente attenzione, e se ne acquista una superficiale conoscenza. Questi due vizii influiscono sul giudizio che si dà relativamente alla loro essenza; nel primo caso, vi si aggiugne qualche cosa di estraneo, e nel secondo vi si trascura qualche cosa essenziale. È evidente che questi due difetti possono incontrarsi insieme, e trascinare così all'errore. Non si evitano se non che conformandosi ai precetti che si sono esposti di sopra, e ripetendo spesso, senza prevenzione, le osservazioni e gli esperimenti.

In quanto alle osservazioni da farsi col senso interno, esse presentano delle grandi difficoltà. Vi ha d'uopo soprattutto di tranquillità e presenza di spirito per fare delle delicate osservazioni interne sopra sè stesso. Kant dice con ragione a questo proposito: *O non accade niente di straordinario in noi, ed allora non vi è nulla da osservare; o sentiamo internamente un'emozione straordinaria, e quasi mai, in tal caso, non siamo abbastanza padroni di noi stessi per potere osservare con calma.*

17. Siccome non abbiamo che rare occasioni, per esempio nel caso di grandi ferite o su i cadaveri dei condannati a morte, di osservare le manifestazioni della vita degli organi interni dell'uomo, siamo obbligati ad interrogare la natura con gli esperimenti su gli animali viventi o di fresco messi a morte. Alcuni fisiologi hanno accusato di crudeltà questi esperimenti; essi hanno ancora messo in dubbio se abbiamo il diritto di farli, e se deesi attendere da essi qualche progresso per la scienza. Certamente può qualificarsi per crudele ogni esperimento, che un uomo materiale ed ignorante eseguisce senza scopo e per puro capriccio sopra un animale vivente. Ma quelli a cui si dedicano gli uomini istruiti, la cui intenzione è di arricchire la fisiologia, debbono considerarsi non solamente come permessi, ma come necessarj ancora, soprattutto quando riflettasi, che quasi tutte le conoscenze fisiologiche a cui siamo pervenuti derivano da questa sorgente, siccome c'insegna l'istoria della scienza. Le lodi che Harvey, Haller, Fontana, Spallanzani ed altri hanno acquistate con le loro esperienze sono apprezzate da tutti i veri fisiologi. Se l'uomo non si fa scrupolo di ammazzare tanti animali, talora in una maniera

umori guasti e degenerati, discrasie, acrimonie, materie morbose belle e formate nel sangue, sostanze tubercolari, encefaloidee, cancerose, considerando il sangue come l'emporio di tante materie che danno origine a diverse malattie. Altri non osservano che alterazioni del cervello, del midollo spinale e dei nervi; altri credono esistenza di malattia di cuore là ove neanche una traccia ve n'esiste; altri veggono ne'visceri del basso ventre ogni sorta di alterazione. Finalmente altri prendono gli effetti per cagioni, cercando così di spiegare stranamente non pochi fenomeni che ne'morbi si appalesano. Ma la cosa peggiore si è che in tali erronee basi istruendosi gli allievi, costoro viveranno colle indicate perniciose massime, le quali tornano al certo nocive agl'infermi. Facendo eco a quanto inculca Tiedemann *avverto gli osservatori e gli sperimentatori ad essere imparziali, e non illudersi coll'arbitrario e fallace modo di vedere.* - Il Trad.

la più crudele, per soddisfare ai suoi bisogni o ai suoi piaceri, quanto meno ancora possono biasimarsi le esperienze sugli animali viventi, le quali non hanno altro fine che l'ingrandimento del nostro sapere, e nell'istesso tempo il bene dei nostri simili, poichè le conoscenze a cui perveniamo in tal modo, relativamente alle manifestazioni della vita, trovano delle applicazioni numerose in medicina (1)? Così per limitarmi ad alcuni esempj solamente, tutto ciò che si sa sulla cicatrizzazione delle piaghe, sull'obliterazione delle arterie, dopo la loro legatura, sull'ampliazione che ne conseguita nei vasi collaterali di un tronco principale, sull'azione dei veleni, ed i mezzi da apportarvi rimedio, è il risultamento di un gran numero di esperimenti che sono stati fatti su animali viventi. V'ha maggior rettitudine di coscienza nel correggere ed accrescere così le nostre conoscenze sulla vita, che a fare degli esperimenti su di uomini ammalati, lasciandosi guidare da sistemi incompleti, prodotti spesso dalla sola immaginazione. Così l'intima convinzione del gran pregio della fisiologia, come base solida della medicina razionale, ha in ogni tempo eccitato degli uomini d'ingegno a ricorrere all'esperienze sugli animali viventi per illustrare l'istoria delle funzioni del corpo umano. Ciò che la fisiologia dell'uomo possiede in fatti costanti, risguardanti la conoscenza delle diverse funzioni, della respirazione, della circolazione del sangue, della digestione, dell'assorbimento, dell'irritabilità muscolare e nervosa, è quasi unicamente il risultato di esperienze sugli animali viventi, da cui sonosi tratte per analogia le conseguenze applicabili all'uomo. Probabilmente noi non avremo mai occasione d'osservare la circolazione del sangue, precisamente nell'uomo, e saremo sempre indotti ad ammetterla in lui per analogia. Alla ripugnanza di taluni fisiologi per gli esperimenti, è d'uopo attribuire gli scarsi progressi che la fisiologia ha fatti, in paragone di altre scienze fisiche. (2) Ed invero, è più agevole stabilire i sistemi nel campo della immaginazione, che seguire la via ardua dell'osservare con pazienza e tranquillità, e le penose sezioni fatte sui vivi senza amor proprio.

Frattanto tutto giorno maggiormente si riconosce che per raggiungere lo scopo della fisiologia, non bisogna darsi in preda agli sbalzi di una sfrenata immaginazione, ma importa principalmente ricorrere agli esperimenti che vogliono esser fatti con circospezione, applicazione ed amore della verità. Così noi abbiamo bisogno delle esperienze sugli animali viventi, a meno che non si voglia ridurre il nostro sapere sulla vita ad un impasto di pure opinioni e supposizioni. Ma il fisiologo deve imporre a sè stesso un dovere rigoroso di non prolungare inutilmente, anche di un solo istante, i dolori di un animale.

18. Lo sperimentare sugli animali vivi esige una esatta conseguenza della loro struttura e molta esattezza, imparzialità e circospezione. Non bisogna giammai nelle dolorose operazioni trascurare di aver riguardo agli effetti della irritazione del sistema nervoso.

Ciò che v'ha di più difficile si è l'applicazione all'uomo de' risultamenti ricavati dalle esperienze. Fa d'uopo che gli animali su i quali si sperimenta sieno della stessa classe cui l'uomo appartiene, e che essi a lui si ravvicinino, sotto l'aspetto della organizzazione, affinchè ricorrendosi all'analogia, se ne possono applicare i risultamenti con qualche certezza. L'applicazione che se ne fa è tanto più incerta, quanto più gli animali differiscono dall'uomo, sotto l'aspetto della loro organizzazione. Perciò noi possiamo commettere gravi errori, ammettendo immediatamente e senza modificazione, nella fisiologia umana, i risultamenti di esperienze fatte su dei vermi, degli insetti, dei molluschi, dei pesci e dei rettili.

19. Il fisiologo dev'essere pur troppo circospetto nelle deduzioni che ricava dalle osservazioni e dall'esperienze. Egli non ne deve dedurre più di quello che le leggi del pensiero gli permettono. Due pericolosi scogli sono soprattutto ad evitar-

(1) *Haller (Op. min., t. I, pag.* 405*) dice relativamente alla crudeltà negli esperimenti*: Multa ipse pericula feci, et centies nonagies vivorum animalium exta variis modis sumtatus sum, invisa certe mihi crudelitate usus, quam tamen utilitas generis humani, et necessitas perinde excusant, uti mitissimus quisque funera animalium inter cibos suos imprehensus, et nulla poenitentia victus admittit. (A).

(2) *Ibid., p.* 406. Haller *dice una gran verità:* Hanc enim maximam causam errandi fuisse persuadeor, quod paucis experimentis aut demum multis, sed subjecta pro experimentis analogia, plerique medicorum usi sint. (A)

si; essi consistono a non risguardare che alle differenze o alle rassomiglianze dei fenomeni. Gli osservatori pieni di sagacità principalmente incorrono nel primo, e quelli, la cui immaginazione è attiva, cadono nell'altro (1). Avviene spesso ai primi che non riconoscono affatto la essenza, per voler fare soverchia attenzione alle circostanze accessorie più insignificanti: gli altri, al contrario, si contentano frequentemente di un'ombra di rassomiglianza, e si lasciano da essa trasportare a false analogie. Tra questi due estremi ritrovasi la facoltà preziosa, ma rara, di non omettere cosa alcuna essenziale quando si deducono i risultamenti, di non farvi entrare cosa veruna che non sia al proposito, di bilanciare comparativamente le somme delle rassomiglianze e delle differenze con eguale spirito e sagacità. Serbandosi tali precauzioni, i risultamenti saranno tanto più chiari e precisi, per quanto gli oggetti saranno stati sottomessi in una maniera più frequente e più esatta alla prova de'sensi, e per quanto avremo più esercitata la nostra attenzione sulle impressioni fornite da questi ultimi, a fine di ricavarne i tratti di rassomiglianza o di differenza. L'esercizio ripetuto sì dell' attività dei sensi nell'osservazione, come dell'attenzione e della riflessione sugli oggetti e fenomeni osservati, produce la esperienza (2), che fornisce i materiali per l' edificio scientifico della fisiologia. Quanto più il numero delle osservazioni fatte con cura è grande, tanto più i risultamenti sono uniformi e coerenti, meglio ancora possiamo impiegarli, e con più fiducia meritano di essere accolti nella scienza.

20. Il numero immenso de'fenomeni della vita non permette che facciamo da noi stessi osservazioni e sperimenti su tutti gli oggetti. Noi siamo dunque obbligati di mettere a profitto le ricerche che sono state già fatte da altri, e di rimetterci spesso alla testimonianza altrui. Ciò suppone la conoscenza della letteratura e della storia, tanto della fisiologia, che delle scienze da cui essa riceve ajuto. Ma v'ha d'uopo di molta cura e di molto giudizio per trar profitto dai libri. Se prestiamo cieca fede agli scrittori, non vi è punto di vista, per quanto assurdo sia, all'appoggio del quale non si possano citare de'passi estratti da qualche opera. È d'uopo dunque sottoporre alla critica le osservazioni degli autori. Il mezzo più sicuro è di ripetere l'una o l'altra delle osservazioni o esperienze che sono state fatte da essi. Ma è sufficiente il metodo eseguìto dagli sperimentatori, la relazione delle loro osservazioni ed esperienze, ed il paragone tra esse e le simili fatte da altri, per giudicare del grado di certezza o di fedeltà. Se le descrizioni son confuse, contrarie alle regole della logica, se contengono contradizioni, e se si trovano sparse sin dal principio di opinioni e di vedute teoriche paradossali, deesi avere una estrema circospezione nell'uso che se ne farà. Bisogna difidare ancora delle opere scritte in uno stile diffuso, o

(1) *Ecco ciò che Bacone* (Novum organum sive judicia vera de interpretatione naturae, *lib. I, aphor.* 55) *ha perfettamente espresso nel seguente passo:* Maximum et velut radicale discrimen ingeniorum, quoad philosophiam et scientias, illud est quod alia ingenia sint fortiora et aptiora ad notandas rerum differentias: alia ad notandas rerum similitudines. Ingenia enim constantia et acuta, figere contemplationes et morari, et haerere in omni subtilitate differentiarum possunt; ingenia autem sublimia et discursiva, etiam tenuissimas et catholicas rerum similitudines et agnoscunt et componunt. Utrumque autem ingenium facile labitur in excessum, prensando aut gradus rerum, aut umbras. (*A*)

(2) *Se riguardisi la parola* esperienza *nel suo più esteso significato, in modo da intendere anche per essa l' attenzione consecrata a ciò che avviene nel nostro proprio interno, tutte le nostre conoscenze, senza eccettuarne la filosofia, son poggiate sull'esperienza.* Kant *si è formalmente spiegato a questo proposito* (Critique de la raison pure)*: « Non vi ha dubbio, dice, che tutte le nostre conoscenze abbiano principio dall'esperienza; poichè per qual ragione la nostra facoltà di conoscere sarebbe mai spinta a mettersi in esercizio, se ciò non avvenisse per gli oggetti che toccano i nostri sensi, e che ora producono da sè stessi delle idee, ora mettono in movimento la nostra intelligenza, e la inducono a paragonare le idee, ad unirle o separarle, e ad elaborare così le grossolane nozioni delle impressioni ricevute da'sensi, da convertirle in una conoscenza degli oggetti che noi chiamiamo esperienza? In noi nessuna conoscenza dunque precede l'esperienza, e tutto comincia con questa. (A*)

scuro o tutto particolare, poichè quasi sempre la mancanza d'idee cerca nascondersi dietro l'oscurità o una originalità apparente, e dietro l'invenzione di nuove parole teoriche, enfatiche e sonore. In generale egli è necessario, quando si citano gli autori come testimoni, di conoscere tutte le loro produzioni letterarie nell'ordine in cui sono venute alla luce, per poter giudicare della direzione dei loro studi e dei loro sforzi. Finalmente è un errore il credere esplicitamente a predecessori celebri, il sommettersi ciecamente alla loro rinomanza, in guisa che spesso prendesi l'autorità per verità, in luogo della verità per autorità. Questa cieca fiducia è talmente radicata in certi uomini, specialmente negli attempati, che essi si mostrano assolutamente inaccessibili ad una verità nuova che contradice l'asserzione di un antico autore celebre, o la propria. Questo inconveniente paralizza lo spirito e lo rende incapace di progredire di un sol passo verso la verità

21. Per la sola via della osservazione e della esperienza la fisiologia ha acquistato ciò ch'essa possiede in materia di fatti e verità indubitate, come l'istoria di questa scienza attesta. Il mezzo principale per ingrandire ed assicurare i suoi progressi consiste nello studiare con attenzione i fenomeni della vita e le loro condizioni, perfezionare grado a grado il metodo, fare osservazioni ed esperienze esatte. Lo spirito umano non può mancare di raccogliere grandi ed importanti scoperte in questo ramo di sapere, se si slanci arditamente sulla via dell'osservazione e della sperienza, se cerchi e scrutini indefessamente, e se rifletta con imparzialità e sagacità su fatti che ha discoperti. Ogni passo che si dà innanzi apre novelle vie, e ciascuna scoperta traccia il sentiero ad altre.

Fisiologia teoretica, dommatica o filosofica.

22. Mentre che nel campo della esperienza il fisiologo attende a discoprire le relazioni dei corpi viventi, e dell'uomo in particolare, con i sensi, e farsi un'idea chiara de'loro fenomeni ed a riunirli attentamente, allorchè si caccia in quello della teorica, egli cerca di riflettere sui fatti determinati coll'osservazione e coll'esperienza, a classificarli a seconda delle loro somiglianze e disomiglianze, a sottoporli a vedute generali, a studiare le relazioni degli uni cogli altri, non che la loro reciproca connessione e scambievole dipendenza, ed in fine a discuoprire le loro leggi e cagioni. Così le osservazioni e le esperienze ci forniscono soltanto i materiali della fisiologia, ma esse non ci danno la scienza. La somma de'fatti relativi alla vita, conosciuti mediante i sensi, vuol essere ordinata colle riflessioni dello spirito; e la connessione di causalità deve esservi stata scoperta prima che possa esser considerata come il contenuto di una scienza, come un insieme logicamente costituito, e diviso da conoscenze sulla natura de'corpi vivi e dell'uomo. Il problema principale della fisiologia è lo stabilimento della teorica, o la classificazione dei fatti relativi alla vita in certo numero d'idee sommarie, la ricerca delle leggi generali che presiedono a questi fenomeni e la spiegazione delle loro cause. Non si può giungere alla teorica che riflettendo sui fatti che si conoscono dietro le osservazioni e le esperienze; giacchè l'essenza della conoscenza ricavata dalla meditazione consiste precisamente in ricercare ciò che vi ha di generale nei fatti particolari, ed in riunirli ancora in un numero di capitoli. Se i materiali acquistati mercè l'esperienza sono incompleti la teorica stabilita colle riflessioni sopra gli stessi è parimente falsa; ma da un'altra banda i fatti possono essere stati ben compresi e nondimeno la teorica esser falsa, quando le riflessioni, di cui i fatti forniscono la materia, non li comprendono sotto tutti i punti di vista e sono mal fatte.

23. Lo scopo della fisiologia teoretica o filosofica, al pari di ogni altra scienza, è dunque di classificare la somma dei fatti raccolti finora, e di ricondurli a punti di veduta generali. Egli è tanto più difficile pervenire a siffatto scopo, per quanto gli oggetti ed i fenomeni, de'quali una scienza tratta, sono più difficili, svariati e complicati. La cosa necessaria prima di tutto per giungere a punti di veduta generali, si è di comprendere gli oggetti ed i fenomeni in quistione fino alle loro minute particolarità. Quanto più si riflette sui casi particolari in modo chiaro e preciso, e si concentra l'attenzione sopra un punto solo, tanto più si hanno materiali sui quali affaticarci a scoprire relazioni generali. Da un'altra banda lo spirito deve sapersi elevare molto al di sopra delle particolarità, rappresentandosi la massa intera, per poter riconoscere ciò che migliaja di oggetti e di fenomeni hanno di

comune su questo o su quell'altro punto, facendosene una idea chiara ed esprimendola con una formula. Queste facoltà dello spirito che gli permettono di fissarsi su questo o quell'altro senso, a fine di capire i fenomeni particolari degli oggetti che si hanno ad osservare, e di elevarsi in seguito rapidamente per comprendere sotto un sol colpo di occhio la massa degli oggetti con i loro fenomeni, costituiscono il genio filosofico (1).

24. Quanto alla disposizione ed alla classificazione de'fatti conosciuti per via dell'esperienza, alla deduzione delle conchiusioni che ne derivano, infine alla formazione delle idee e de'giudizii che vi si appoggiano, fa d'uopo ricorrere all'analisi ed alla induzione. Mercè l'analisi scomponiamo i fenomeni composti e complicati de'corpi viventi che per via de'sensi noi abbiamo compresi e li riduciamo al loro valore più semplice, fissando la nostra attenzione ad ogni punto di vista sotto cui si può ravvisare. Mandato a fine questo lavoro noi ricorriamo alla sintesi per ravvicinare i fenomeni simili o analoghi, e cerchiamo di fissare in una idea ciò che un gruppo contiene di comune e di essenziale. Finalmente coll'ajuto della induzione, di un gran numero di fatti simili o analoghi, deduciamo le regole e le leggi generali. Queste sono le conchiusioni che dirigono l'intera fisica e tutt'i suoi rami.

25. Dopo aver rilevati i fenomeni generali de'corpi viventi e le modificazioni che essi presentano nei diversi gruppi di questi corpi, ed in particolare l'uomo, procedendo sempre nello stesso modo, dopo aver ravvisate le qualità e le manifestazioni di attività di ciascun tessuto ed organo, noi cerchiamo in quale relazione siffatte qualità e manifestazioni di attività si trovano le une rispetto alle altre per studiarne la loro reciproca dipendenza; giacchè le parti che entrano nella composizione di un corpo vivo colle loro manifestazioni di attività reagiscono le une sulle altre e sono sottoposte alle leggi di una scambievole causalità, necessaria per la esistenza.

26. Ricondotti i fenomeni e le proprietà de'corpi viventi a concetti generali, e ben pruovate le relazioni che esistono tra loro, rimane a porre in chiaro le cagioni d'onde essi dipendono. L'ultimo termine delle nostre indagini nel campo della fisica è la scoperta delle cagioni de'fenomeni naturali.

Qui noi dobbiamo osservare le seguenti regole:

(1) *Si è ancora tentato di organizzare la vita senza l'ajuto della esperienza, considerandola sotto l'aspetto metafisico ed intuitivo interno, come dicevano i platonici. Il fondatore di un sistema moderno di filosofia della natura o di una conoscenza della natura dedotta unicamente dalle idee, ha preteso che le leggi della natura possano esser dimostrate immediatamente nella coscienza come leggi della natura, e quelle della coscienza nella natura obiettiva come leggi naturali. Egli parte da questo dato per ammettere il parallelismo dell'intelligenza e della natura. Ecco come il gran* Bacone (De dignitate et augmentis scientiarum *lib. I) si è espresso intorno a ciò:* Alius error fluit ex nimia reverentia et quasi adoratione intellectus humani; unde homines abduxere se a contemplatione naturae atque ab experientia, in propriis meditationibus et ingenii commentis susque deque volutantes. Coetorum praeclaros hos opinatores (et si ita loqui licet) intellectualitos qui tamen pro maxime sublimibus et divinis philosophis haberi solent recte. Heraclitus perstrinxit. Homines, inquit, quaerunt veritatem in microcosmis suis, non in mundo majori. Respuunt enim quasi abecedarium naturae primumque in operibus divinis tirocinium: quod si non facerent, potuissent fortasse gradatim et sensim, post literas simplices et deinque syllabas ad textum et volumen ipsum creaturarum expedite legendum ascendere. At illi contra, jugi et perpetua mentis agitatione, urgent et tanquam invocant suos genios, ut vaticinentur iis, edantque oracula, quibus merito et suaviter decipiuntur. Quam suaviter delirant illi philosophi, cum innumerabiles construunt mundos, dum solem, dum lunam, stellas orbesque, nihilusquam haesitantes, perinde quasi naturae rerum architecto fuerint a secretis, quasi deorum consilio nobis advenerint. Quos natura cum suis conjecturis admodum ridet. Nam nihil apud illos esse comperti, vel illud satis magnum est argumenti, quod singulis de rebus certantes litibus haud dirimendis distinentur. *Infine* Bacone *dice con molta aggiustatezza in un altro luogo.* (Novum organum lib. I, aph. 9): Causa vero et radix fere omnium malorum in scientiis ea una est, quod dum mentis humanae vires falso miramur et extollimus, vera ejus auxilia non quaeramus (A).

1.° I fenomeni e gli effetti della stessa specie debbonsi attribuire alla stessa cagione.

2.° Non dobbiamo risguardare come vera, se non la cagione poggiata sopra osservazioni esatte e ripetute, e ch'è talvolta necessaria e sufficiente per la spiegazione dei fenomeni.

3.° Non bisogna ammettere più cagioni che non abbiano effetti manifestamente ed essenzialmente diversi.

27. Dando un'occhiata sulle cagioni e sulle condizioni dalle quali dipendono le manifestazioni di attività de'corpi organizzati o i fenomeni della vita, noi riconosceremo che le une riferisconsi a questi corpi stessi, ad una disposizione speciale della loro sostanza materiale, ed alla loro organizzazione; mentre che altre sono loro estranee, e riferisconsi all'azione del calorico, della luce, dell'aria, dell'acqua e degli alimenti i quali esercitano sui corpi viventi una influenza necessaria alle manifestazioni della vita. Noi chiamiamo le prime cagioni interne e le altre cause esterne della vita.

28. Diconsi *forze de'corpi viventi* le condizioni o cause delle loro manifestazioni di attività le quali si riferiscono alla loro stessa natura. In ogni epoca al nome *forza* si sono attaccati diversi significati i quali han portato confusione nella spiegazione dei fenomeni naturali. Talvolta denota anche la proprietà di produrre taluni fenomeni, cioè una cagione intrinseca alla natura stessa di un corpo: tal fiata al contrario qualche cosa che aderisce in certa guisa ai corpi e li penetra, ma differisce obiettivamente dalla loro materia. L'idea di forza nel suo significato più preciso, è un'idea comparativa dedotta da quella della causalità. Quando noi osserviamo alcuni fenomeni nel mondo sensibile, la costruzione del nostro intendimento necessariamente c'impone a riferirli, come risultamenti o effetti ad una causa che noi chiamiamo cagione o fondamento reale di essi. Ad una tal cosa attribuiamo una forza considerandola come produttrice di certi fenomeni che noi chiamiamo suoi effetti o manifestazioni di sua azione. Così osserviamo ne'corpi il fenomeno del peso: i fisici chiamano *gravità* la causa di questo fenomeno, la quale è ad essi inerente. Questa forza, per quanto ne possiamo giudicare coll'esperienza, ha le sue fondamenta nella natura materiale de'corpi, a norma della cui diversità vediamo variare il fenomeno del peso, d'onde risulta ciò che dicesi *peso specifico de'corpi*. Applicando il nome di gravità alla cagione del peso intrinseca ai corpi, i fisici non la considerano come cosa che sussiste da sè medesima, che differisce obiettivamente dalla materia, e che soltanto vi è annessa come una qualità che ha le sue fondamenta nella natura stessa de'corpi. Supponiamolo d'altronde, ammettendo che la causa del peso appartenga a qualche cosa immateriale, ciò che non può dimostrarsi in verun modo, essi non renderebbero perciò i fenomeni e le leggi della gravità più chiare di quello che hanno di già fatto la esperienza e la riflessione. Lo stesso vale per le diverse forze stabilite da'fisici, e che questi considerano come cause che hanno il loro fondamento in alcune qualità materiali, senza attribuire loro una esistenza a parte, senza crederle obiettivamente differenti dalla materia.

29. La forza è dunque una idea puramente subiettiva, per la quale spieghiamo la relazione che esiste tra la causa e l'effetto, o tra le qualità di un corpo ed i suoi fenomeni, cioè la ravvisiamo semplicemente come la ragione sufficiente dell'azione di una cosa (1). Le cagioni intrinseche alla natura materiale de'corpi, che rendono questi suscettibili di effettuare taluni fenomeni sensibili e che noi chiamiamo *forze*, hanno ricevuto delle denominazioni tratte dagli effetti che ne risultano. Siccome le cose fuori di noi operano sui nostri sensi mercè le loro qualità materiali, e soltanto mediante siffatte qualità esse, coll'ajuto dell'attività dello spirito, possono far nascere in noi delle idee, egli è impossibile che nell'indagine delle cause o forze determinanti de'loro fenomeni, ne cacciassimo oltre la loro sostanza materiale. Ora si domanda se tutti i fenomeni manifestati da'corpi sono puri effetti delle loro qualità materiali o pure avessero forse il loro fondamento in qualche cosa che non è materia; dobbiamo

(1) *Le forze non sono idee subiettive, come erroneamente pretende l'A., ma realtà esistenti negli esseri materiali. Le forze producono i diversi fenomeni che scorgiamo negli esseri materiali, e quindi cagionano le reali relazioni negli esseri, e dan luogo ai diversi rapporti che forma la nostra intelligenza sulla reciproca azione e reazione dei medesimi.* Il Trad.

confessare francamente che la soluzione di questo problema sorpassa la nostra intelligenza, perchè qualche cosa immateriale, e però inaccessibile ai sensi, non può in verun modo giungere a nostra conoscenza, non essendovi alcuna via per mettersi in relazione colla nostra facoltà conoscitiva (1).

L'esperienza non ci disvela che una sola forza, l'anima, che si conosce da sè stessa, cerca le cause dei fenomeni naturali e concepisce col pensiero una causa suprema della natura e di sè stessa, un essere assoluto, un *Iddio*. Noi consideriamo questa forza che ha le sue fondamenta in una sostanza impercettibile ai sensi, poichè essa non si vede come le altre cose, cioè mediante i sensi esterni, al contrario essa conosce sè medesima, e per conseguenza è alle volte oggetto e soggetto, cioè oggetto della sua propria interna coscienza. La esperienza c'insegna che questa forza manifestasi ancora in un corpo e mediante un corpo. Noi non abbiamo nessuna esperienza nè alcuna idea reale di un'azione immediata dell'anima che non sia congiunta al corpo e che per conseguenza ne sia affatto indipendente. La fisica e la fisiologia non trattano che dei fenomeni e delle qualità dei corpi in generale e dei corpi vivi in particolare; finchè si giunge a conoscerli mediante percezioni per mezzo dei sensi, esse non esaminano se questa forza che si conosce da sè medesima può anche operare in una maniera indipendente e senza essere attaccata ad un corpo. La soluzione del problema appartiene alla metafisica.

Per conseguenza noi attribuiamo le forze ai corpi perchè essi hanno la proprietà di rendersi percettibili all'anima mediante i sensi, e questa voce ci serve soltanto ad esprimere la relazione che esiste tra causa ed effetto o tra i corpi ed i loro fenomeni (2).

30. Soltanto dietro i fenomeni che i corpi organizzati o vivi ci offrono, non possiamo riconoscere in essi la esistenza delle diverse qualità, forze o cause interne. Dietro la differenza di questi fenomeni, noi determiniamo le forze che loro sono intrinseche, cioè le condizioni che determinano o cagionano ne'medesimi le loro manifestazioni di attività. Allorchè noi osserviamo de'fenomeni e delle manifestazioni di attività simili ne'corpi organici o nelle parti di questi corpi, attribuiamo ad essi o a queste parti qualità o forze simili, ciò che vuol dire essere in essi una condizione o causa in forza della quale essi producono effetti simili.

L'importante questione se i fenomeni che si osservano nei corpi viventi dipendano da forze di una specie particolare, da forze organiche, o se debbansi piuttosto considerare come effetti delle forze proprie di ogni corpo, anche di quelli che non godono vita, non può esser risoluta che per mezzo di un paragone stabilito tra i fenomeni e le qualità dei corpi viventi e quelle de'corpi non organizzati. Ma siccome nello stabilire questo parallelo, incontriamo delle manifestazioni di attività che sono particolari ai corpi viventi, e nelle quali non possiamo scorgere gli effetti delle forze fisiche generali, questa circostanza ci autorizza ad ammettere delle forze vitali particolari o sia delle proprietà vitali. Abbiamo dimostrato l'esistenza delle forze organiche; procureremo, studiando i fenomeni dei corpi viventi, di stabilire quali sono comuni alle piante ed agli animali: in tal caso soltanto indicheremo le qualità proprie a ciascuno di questi gruppi di corpi. Finalmente ci sforzeremo, paragonando l'uomo con gli altri animali, scuoprire quali

(1) *Questa proposizione è troppo generale e viene contradetta dallo stesso autore nel paragrafo seguente; poichè le sostanze spirituali, benchè non sieno oggetti di esperienza esterna, pure possono noverarsi in connessione con ciò che l'esperienza esterna ci somministra, e quindi acquistare di loro una conseguenza così esatta, come lo è degli oggetti materiali che colpiscono i nostri sensi. In tal modo le sostanze immateriali possono mettersi in relazione colla nostra facoltà conoscitiva.* Il Trad.

(2) *Del resto noi non disconveniamo che in natura possano esservi effetti o manifestazioni di attività, che la costituzione una volta stabilita dai nostri sensi non ci permette di scorgere. Il mondo esterno ed i suoi effetti sono a noi noti per via dei sensi, in quanto che essi fanno entrare la nostra anima in azione e giungono fino alla medesima: ma non si saprebbe dimostrare di non potere esistere assolutamente altri effetti che gli accennati.* (A)

sieno le forze che gli appartengono in particolare. Siamo obbligati ad ammettere cagioni e forze speciali per tutti i fenomeni essenzialmente differenti, fin tanto che non ci è possibile di fare svanire la differenza ch'esiste tra essi, e di ridurli insieme. Gli sforzi dei fisiologi devono in ultima analisi aver di mira principalmente il trovar le leggi e le condizioni a norma delle quali le forze operano, e lo scuoprire le relazioni di tali forze tra loro, cioè la loro reciproca azione, e la loro scambievole dipendenza.

31. Intanto non si conosce finora la vita, ad onta che sieno state rintracciate le cagioni inerenti ai corpi viventi stessi, da cui dipendono i loro fenomeni e le manifestazioni di attività, e malgrado siensi scoperte le loro qualità e forze, e stabilite le leggi secondo le quali essi operano. Infatti i corpi viventi non sono punto esseri isolati, aventi in sè stessi solamente le cause della loro esistenza, essi sono in relazione con la intera natura, di cui fanno parte. Tutte le loro manifestazioni di attività e qualità dipendono ancora dalle influenze esterne. Per far che i corpi organizzati e le loro manifestazioni vitali sieno durevoli, v'ha d'uopo di un certo grado di calorico, della influenza dell'aria, della presenza dell'acqua e di materie alimentarie: la luce è ancora una indispensabile condizione esterna di vita per la maggior parte de'corpi viventi. Quando i corpi organici cessano di essere in connessione con l'una o l'altra di queste influenze esterne, le loro manifestazioni di vita si estinguono, e le relazioni della loro sostanza materiale, che noi consideriamo come loro cagioni interne o forze, cambiano talmente, che non producono più i fenomeni della vita. E però le qualità e le forze appartenenti ai corpi viventi sono sommesse a delle influenze esteriori. Noi dobbiamo per conseguenza sottomettere questa dipendenza ad un profondo esame, rintracciare le cause a cui essa si rannoda, e stabilir le leggi alle quali è soggetta. Qui ancora dobbiamo studiare le condizioni o cause necessarie a tutti i corpi organici, del pari che quelle le quali sono tali solamente per le piante, per gli animali e per l'uomo in particolare. Finalmente, dobbiamo rintracciare de'cambiamenti, che sopraggiungono nelle manifestazioni vitali di un corpo, o in quelle di un apparecchio o organo speciale nel tempo dell'azione su di esso dei differenti oggetti esterni.

32. L'ultimo sforzo della fisiologia teoretica consiste a riunire i risultamenti ottenuti, meditando sulle qualità e manifestazioni di attività de'corpi viventi in generale e dell'uomo in particolare, come ancora sulle cagioni di tutti questi fenomeni, e, seguendo un ordine logico, a concatenarli in modo da produrre nel tutto unità e connessione. Un insieme in tal modo coordinato di conoscenza constituisce, quanto alla forma, al sistema, e, quanto al contenuto stesso, la scienza della fisiologia. Questo è il più difficile problema; poichè grandi ostacoli si presentano a chiunque vuol risolverlo con calma e scevro da prevenzione. In ciascun istante si rinvengono lacune, provegnenti da osservazioni e da esperienze incomplete, da cui è impossibile ricavare verun certo risultamento. D'altronde molti oggetti non sono stati affatto esaminati con precisione, od anche non lo sono stati del tutto: spesse volte non vi sono che dei fatti isolati, che non si possono ancora nè spiegare, nè connettere ad altri, o pure a loro riguardo si contradicono le vedute e le opinioni dei fisiologi. Quanto più divenghiamo familiari coi fenomeni della vita, più acquistiamo l'intima convinzione che il nostro sapere a tal proposito si compone unicamente di diversi brani staccati. E quante volte non ci accade spesso esser noi obbligati a confessare che vi son molte cose che ignoriamo? Il fisiologo dunque non perviene allo scopo, che consiste nel dare una completa spiegazione di tutti i fenomeni della vita e delle sue cagioni: ma non deve esser questo un motivo di rinunziare a riuscirvi. Allorchè le nostre conoscenze su i fatti relativi a tale o tale altro fenomeno della vita sono insufficienti a poter trarre delle illazioni ben fondate, la tendenza naturale del nostro spirito ad esaminare e spiegare i fatti, per quanto sieno isolati, sotto un punto di vista generale, ci obbliga a ricorrere alle ipotesi per riempire provvisoriamente le lacune. Non bisogna intanto basare su delle ipotesi come su delle proposizioni dimostrate poichè allora si corre rischio di propagare degli errori. Non sono esse che delle proposizioni problematiche, che hanno ancora uopo di prove, ma che possono benissimo menare alla verità, quando danno luogo a delle novelle ricerche, alla prova delle quali sono sottomesse prima di ammetterle come proposizioni definitivamente accettabili. Sventuratamente la fisiologia è più esposta di qualunque altra scienza ad ingombrarsi d'ipotesi, poichè in essa si hanno molte cose che non sono

state ancora esaminate, e molte che certamente nol saranno giammai.

33. Comechè il problema della fisiologia teoretica consista nel ricercare i fenomeni e le leggi della vita, nello scoprirne le cause, e constituirne i risultamenti ottenuti in un tutto, le cui parti sieno unite insieme da un legame scientifico, nulladimeno dobbiamo riconoscere che vi hanno de'limiti nella soluzione di tal problema. Lo spirito umano, in virtù della sua essenza, che lo fa aspirare a completare per quanto è possibile le sue conoscenze, cerca sempre di elevarsi alla nozione chiara delle cause prime della natura e dei loro fenomeni e scorgesi in esso un desiderio di rimontare all'ultimo anello della catena degli effetti e delle cause: ma fin qui il compimento di questo desiderio ha oltrepassato di molto le nostre facoltà. Basta contemplare i fenomeni della natura con qualche attenzione per presto accorgersi che le cause pervenute alla nostra conoscenza non sono che degli effetti di cause allogati più in alto, che non si può per conseguenza se non elevarsi da una causa ad un'altra, che infine giungiamo a delle cause incomprensibili, e che là si spezza il filo delle nostre ricerche. Fra gli oggetti che hanno opposto fin oggi ostacoli insormontabili a tutte le investigazioni tentate su di essi, e che impediscono al fisiologo stesso di proseguire lo studio della vita al di là di un certo termine, annoveriamo la soluzione del problema relativo a ciò che la materia è in se stessa, alla conoscenza delle forze che in essa esistono (1), a quella del rapporto intimo tra il corpo e l'anima, a quella della causa primitiva e dell'atto creatore dell'universo, in fine a quella del nostro pianeta e de'corpi che seco porta. Se il fisico abbandonasi allo sfrenato desiderio di addentrare tutte le cose che escono dalla sfera della esplorazione, l'immaginazione dipartelo dalla luce della esperienza, e rischia di cadere nel misticismo.

34. Quindi la fisiologia, come abbastanza apparisce da ciò che si è detto, è una scienza sperimentale fondata su di un empirismo razionale. Essa non dee lasciare il suo carattere empirico in alcuna delle sue proposizioni, asserzioni e spiegazioni. Gli assiomi di essa sono conseguenze tratte dalle osservazioni e dall'esperienze. Le regole e le leggi, indicate dall'induzione per i fenomeni e le cagioni della vita, hanno solamente un valore relativo quanto alle osservazioni ed alle esperienze da cui sono state dedotte. Esse sono risguardate come verità finchè non sieno modificate o rettificate da ulteriori osservazioni. Gli assiomi stabiliti nel modo di sopra enunziato sono riuniti in un insieme sistematicamente o logicamente coordinato, il quale offre lacune quando ancora mancano le osservazioni e le esperienze, quando sieno insufficienti per trarne valevoli conseguenze, o da ultimo quando le riflessioni cui queste conseguenze servon di base non le abbraccino in tutta la loro estensione e sien false.

La esperienza e l'osservazione debbono scambievolmente soccorrersi per procurarne nozioni intorno alla vita. La fisiologia nel campo della esperienza è la prima e più essenzial parte, perchè offre fatti tra i quali lo spirito sceglie, pone in rassegna e ne trae in seguito generali conse-

(1) *Che cosa è la materia in sè stessa? È dessa attiva o passiva? La soluzione di tali quistioni ha oltrepassato finora i limiti delle nostre facoltà intellettuali. I filosofi hanno pubblicato un gran numero di opinioni su di esse, senza risolverle. La sola idea che la nostra intelligenza possa farsi dalla materia, in quanto ad oggetti acconci a cadere sotto i sensi, è quella della esistenza nello spazio. Non si è fin oggi meglio riuscito a scoprire l'essenza delle forze: noi non le conosciamo che pei loro effetti, con la scorta dei quali conchiudiamo ch'esse esistono, senza aver procurato di saper ciò ch'esse in sostanza sono. Per mezzo delle osservazioni, dell'esperienze e della riflessione i fisici ed i chimici hanno scoperto i fenomeni dell'attrazione e ripulsione, quei della elettricità, quei del magnetismo e le di loro leggi: ma essi non hanno potuto pervenire fino alla nozione di ciò che questi fenomeni sono in sè stessi e della loro causa prima. Nel ricercare la cagione de'movimenti de'corpi celesti, nello spiegare i loro movimenti per mezzo della mutua attrazione,* Newton *si è ben guardato dal volere spiegare l'attrazione stessa, a cui egli assegnava una causa di ordine superiore. Pretendere di concepire le forze fondamentali, ha detto* Kant, *è lo stesso che domandar l'impossibile; son dette fondamentali, precisamente perchè non derivano da verun'altra, cioè perchè non possono essere concepite* (A).

guenze. Primo scopo del fisiologo debbe esser quello di acquistare osservazioni pure e spregiudicate, perocchè esse offrono materiali al pensiero. Se si caccia nel campo della teorica si occupa a conoscere le leggi e le ragioni dei fenomeni della vita: dietro di che si sforza di ricondurli all'unità, e concatenarli per modo che ne risulti un insieme perfetto (1).

Scienze accessorie alla fisiologia.

15. Lo studio della fisiologia suppone alcune conoscenze senza cui non può farsi alcun progresso in questa scienza. Pria di tutto bisogna essere in stato di chiarissimamente rappresentarsi le cose, di concepire con aggiustatezza, di ragionare e giudicare con rettitudine, in breve si dee essere buon pensatore. Dallo studio delle matematiche e della filosofia si passa a quello della fisiologia e della medicina. Quando si sono apprese queste due scienze, si è esercitata la facoltà di riflettere, e facilmente si giugne ad estrarre dai casi particolari ciò che contengono di generale, come anche a fare l'applicazione del generale al particolare.

Le scienze che servono immediatamente di sostegno e di fiaccola alla fisiologia sono la fisica, la chimica, la storia naturale in generale, la mineralogia, la botanica, e soprattutto la zoologia e la notomia comparata, delle quali faremo rilevare l'influenza.

Influenza della fisica.

16. La fisica, che occupasi delle qualità dei corpi in generale, in fisiologia è tenuta come scienza accessoria. La teorica dell'attrazione e della repulsione, della gravità, del moto, trova numerose applicazioni nella fisica de'corpi vivi; perocchè questi obbediscono parimenti alle leggi fisiche generali, che sono solamente modificate per mezzo della vita. La meccanica è soprattutto utile nella storia de' diversi movimenti che gli animali eseguiscono. Così, a modo di esempio, si può calcolare quanta forza bisogna ad un muscolo per superare la resistenza che incontra nell'eseguire tale o tal altro movimento. Dopo la forza che è propria ad esso, tutto qui dipende dal punto di appoggio, come nella teorica de le leve. In questo modo Borelli, Mayow, Barthez ed altri hanno esaminato la forma delle articolazioni, l'attacco de'muscoli, hanno sottoposto a calcolo i vari movimenti degli animali nello stare, nel camminare, nel corso, nel salto, nel nuoto, ec. I movimenti de'liquidi si prestano parimenti sino ad un certo segno ad essere spiegati con le leggi dell'Idraulica; solo la forza che produce il movimento è ancora qui una forza organica (2).

Le spiegazioni meccaniche debbono essere impiegate più riservatamente in fisiologia, e non bisogna obliare che le forze che operano ne'movimenti de'corpi organici sono sottoposte alla vita. La meccanica non dà giammai soddisfacenti soluzioni intorno alla causa delle manifestazioni di attività ne'corpi viventi. La scuola degli jatromatematici poneva molta importanza alle applicazioni della meccanica, di cui essa faceva servire i principii alla spiegazione de'fenomeni della vita. Appunto per questo abuso più di una volta essa ha recato nocumento allo studio della fisiologia e della medicina.

(1) *Bacone erasi espresso in modo ammirabile intorno alla relazione tra lo empirismo e il dogmatismo* (Nov. Organon, lib. I, aphor. 95), *nel seguente passo:* Qui tractaverunt scientias, aut empirici, aut dogmatici fuerunt. Empirici, formicae more, congerunt tantum, et utuntur. Rationales, aranearum more, telas ex se conficiunt. Apis vero ratio media est, quae materiam ex floribus horti et agri elicit, sed tamen eam propria facultate vertit et digerit. Itaque ex harum facultatum, experimentalis scilicet et rationalis, arctiore et sanctiore foedere bene sperandum est. Bacone (aphor. 19) *quanto al metodo per giungere alla verità si esprime come segue:* Duae viae sunt, atque esse possunt ad inquirendam et inveniendam veritatem. Altera a sensu et particularibus advolat ad axiomata maxime generalia, atque ex iis principiis eorumque immota varietate judicat et invenit axiomata media: atque haec via in usu est. Altera a sensu et particularibus excitat axiomata, ascendendo continenter et gradatim, ut ultimo loco perveniatur ad maxime generalia; quae via vera est, sed intentata (A).

(2) *Questa forza non è conseguenza della organizzazione, ma reale ed intrinseca alla materia, ed è la cagione de'fenomeni diversi che osservansi negli animali.*

37. È necessario anche al fisiologo di sapere ciò che concerne il calore, la luce, il suono, l'elettricità, il galvanismo ed il magnetismo. Infatti la vita è sottoposta ad influenze esterne, e le sostanze imponderabili, come la luce, l'elettricità, il fluido magnetico, producono ne'corpi vivi cangiamenti diversi, di cui è impossibile farsene bene un'idea senza conoscere queste sostanze. La teoria della vista è assolutamente inintelligibile se non conoscesi quella della luce. Il fisiologo dee sapere le leggi secondo le quali la luce propagasi, partendo dai corpi luminosi, penetra ne'differenti luoghi, è rifratta dai corpi trasparenti e reflessa dagli opachi. Per comprendere il meccanismo dell'udito è mestieri sapere quali sieno le leggi fisiche del suono. Infine la conoscenza delle sostanze imponderabili e delle loro proprietà è anche di alta importanza, pel riflesso che gli stessi corpi viventi sviluppano per esempio, calorico, ed anche in certi casi, luce ed elettricità.

Influenza della chimica (1).

38. Supponesi che colui il quale applicasi allo studio della fisiologia conosca la chimica o la storia de'cangiamenti prodotti ne'corpi dall'affinità. I corpi vivi, considerati sotto il punto di veduta di questa scienza, ne paiono fornelli di chimiche operazioni, perocchè la loro sostanza materiale è assoggettata a continui cangiamenti. Essi attirano materie del mondo esterno, e le combinano con la massa delle loro parti liquide e solide; ma da un'altra banda ne cacciano altri da loro stessi sotto forma vaporosa o liquida. Il cangiamento di materia e la forza delle affinità si fanno scorgere principalmente nelle funzioni che hanno per scopo il mantenimento dei corpi organici in uno stato che li rende atti a produrre le loro manifestazioni di attività. La digestione, la respirazione, la nutrizione e le secrezioni sono accompagnate da continui cangiamenti nella materiale composizione. Ciò che sappiamo sino al presente intorno a queste funzioni, lo dobbiamo soprattutto alle ricerche della chimica. Dietro ciò scorgesi di quanta importanza sia quest'ultima come scienza accessoria alla fisiologia.

La fisiologia richiede alla chimica:

1. Di esplorare la composizione delle diverse parti liquide e solide de'corpi organici;

2. D'indicar quella de'materiali che gli organi attingono dal mondo esterno, e mediante i quali conservano la loro propria natura, e per conseguenza quella degli alimenti, dell' acqua e dell' aria;

3. Di ricercare i cangiamenti che le materie alimentarie introdotte ne'corpi vivi patiscono durante il corso della loro assimilazione e della loro combinazione con le parti liquide e solide di questi corpi; e per conseguenza di studiare, specialmente negli animali, le modificazioni cui va soggetta durante la digestione la composizione di queste parti, la formazione del chilo, del sangue, la respirazione e la nutrizione;

4. In fine di far conoscere la composizione delle differenti materie che si espellono dai corpi organici.

39. Sebbene la chimica in questi ultimi tempi abbia sparso molta luce intorno ai fenomeni chimici che accompagnano la vita, non di meno essa non può, nello stato in cui trovasi al presente, compiere ciò che si attende da essa. Manca ancora di reagenti e di metodi per rendere evidenti le relazioni delicate di composizione che accompagnano la vita. Da un'altra banda non si può sempre nelle analisi che esegue distinguere ciò che produce da ciò che isola, e spesso si rimane nella incertezza se i principii, scoverti nella composizione de'solidi e de'liquidi, vi esistevano come tali, o sono il risultamento dell'analisi chimica. Finalmente non bisogna dimenticare che la chimica sottopone le sostanze organiche all'analisi sol dopo l'estinzione delle loro manifestazioni di attività vitale, verosimilmente preceduta essa stessa da un cangiamento nella loro composizione.

Che che ne sia, la chimica è una scienza accessoria delle più importanti per la fisiologia, al cui progresso essa ha contribuito e molto più contribuirà. Bisogna guardarsi solamente di farne un'applicazione illimitata, d'imitare la scuola degli jatrochimici che risguardava tutti i fenomeni dei corpi viventi come semplici fenomeni chimici, e di spiegare anche la

(1) J. G.-A. CARUS, De Zoochemia. *Leipzick*, 1800, *in* 4. — H. DEWAR, The influence of chemical laws on the phenomena of physiology; *in* Edimburgh medical and surgical Journal. *oct.* 1821, *pag.* 478 (A).

vita con le leggi della chimica. I cangiamenti di composizione che accompagnano la vita sono tutti sottoposti al potere delle forze devolute ai corpi organici. Questo è ciò che il fisiologo non dee perdere giammai di veduta (1).

Influenza della storia naturale.

40. La storia naturale coi suoi tre rami, la mineralogia, la botanica e la zoologia, occupandosi della divisione de'corpi naturali secondo le loro qualità, è importante per lo studio della fisiologia, poichè permette di valutare più facilmente le differenze tra i corpi viventi e gli inanimati, o sia minerali, locchè conduce a meglio comprendere le qualità e le manifestazioni di attività degli stessi corpi viventi. La conoscenza della vita degli animali suppone quella degli animali e delle piante. Inoltre ne riesce impossibile indicare le particolarità distintive dell'uomo allorchè ignoriamo le diverse forme e qualità degli altri animali. D'altronde lo studio dell'organizzazione animale suppone quello della zoologia come indispensabile preliminare. Finalmente la storia naturale è anche importante pel giovine medico, perocchè esercita il suo spirito ed il suo giudizio. In sostanza le facoltà intellettuali che operano sono le stesse e quando si determina una pianta od un animale, e quando trovasi ad essa il luogo che le appartiene nel sistema, e quando s'investiga la diagnosi di una malattia nel letto dell'ammalato. Quindi la storia naturale debb'essere raccomandata al giovine medico come uno dei migliori esercizi preparatorj ai suoi studii principali.

Importanza della zootomia (2).

41. La zootomia o anatomia comparata esercita una forte e conosciuta influenza sulla fisiologia umana. La sua importanza dipende dall'essere inintelligibili da chi ignora la struttura degli animali bruti, le opere anatomiche e fisiologiche degli antichi naturalisti e medici greci: giacchè quanto questi scrittori sapevano in anatomia l'aveano appreso dalle sezioni degli animali bruti, perocchè i pregiudizi religiosi di quei tempi non permettevano di dissecare cadaveri umani. Alcune parti del nostro corpo portano i nomi tratti dall'anatomia dei bruti; e non si com-

(1) Berzelius, *uno de' più distinti chimici dell'epoca attuale, si è espresso in questo modo intorno alla chimica de' corpi organici* (Trattato di chimica, *tradotto da A.-J.-L. Jourdan, t. V.*) « *Tutto ciò che possiamo fare in questa parte misteriosa della chimica è di osservare i cambiamenti chimici che i corpi viventi producono negli elementi tra i quali si trovano, cioè ne' reagenti chimici di cui sono circondati; di seguire, per quanto ne è dato, i fenomeni che accompagnano l'esercizio dell'azione vitale; indi di separare uno dall'altro i prodotti organici, di studiare le proprietà di essi e di determinare la loro composizione. Ma tutto ciò riesce difficilissimo. Il primo ostacolo che incontrasi, nel trattare le materie organiche, consiste nella difficoltà di distinguere se l'oggetto che bramasi esaminare è una combinazione, o un ammasso di due sostanze organiche, o se realmente è isolato da tutti gli altri. Spesso accade che due materie organiche combinate insieme si accompagnano reciprocamente nelle loro combinazioni coi corpi inorganici; quando non giungiamo a separarle in alcuna delle nostre esperienze, siamo perciò indotti in errore, e risguardiamo la sostanza sottoposta al nostro esame come non mischiata ad alcuna cosa. Da ciò nasce che noi siamo sempre in dubbio se ciò che risguardiamo come sostanza sola sia effettivamente tale. D'altronde è impossibile assoluto di ottenere, in sì gran copia di casi, una sostanza pura e scompagnata da materie eterogenee la cui presenza ne è sconosciuta. Nella natura organica le difficoltà di separare sono per tutto più grandi, ed i mezzi di pervenirvi meno numerosi che nella natura inorganica: per modo che questa parte della chimica può essere considerata come ancora in sul principio* ». *Io rimando allo stesso libro per conoscere le precauzioni che bisogna prendere in siffatta materia* (A).

(2) *B. S. Albinus,* Oratio de Anatome comparata. *Leyde* 1719 in 4. — *F. Griselini*, dell'utilità della Zootomia. *Venezia* 1751. — *L. Bojanus*, Introductio in anatomen comparatam, oratio academica. *Vilna*, 1815 in 8. — *G. Lawrence* An introduction to comparative anatomy and physiology. *Londra*, 1816 *in* 8. — *Boptol* de utilitatibus quas anatomia comparata medicinae attulit *Padova*, 1823 in 8. (A).

prendono se non da chi è versato in questa scienza. Infine nel corso de'due ultimi secoli, sebbene siasi molto studiata la struttura dell'uomo, nulladimeno le più importanti scoperte notomiche e fisiologiche sono state fatte sui bruti. Mercè sperienze fatte su di questi ultimi, Harvey ha dimostrato la circolazione del sangue ed ha approfondito gli atti della generazione; in essi Aselli scoprì i vasi linfatici; e Rudbeck, Tommaso Bartolino e Pecquet hanno riconosciuto la comunicazione di questi vasi nelle vene sottoclavicolari. Maurizio Hoffmann rinvenne negli uccelli il dutto escretore del pancreas, che Wirsung dimostrò in seguito nell'uomo. Stenon, Warthon hanno per la prima volta osservato i dutti escretori delle glandole salivari ne'mammiferi. De Graaf con osservazioni sui bruti ha provato che le ovaie sono gli organi preparatori del germe. Volcher Coyter, Vesling, Malpighi ed altri colle loro osservazioni sull'uovo covato dagli uccelli, hanno sparso la luce sulla origine e la formazione del feto. In breve, alla zootomia dobbiamo tutte le scoperte importanti in anatomia ed in fisiologia. Questa osservazione è vera soprattutto pel decimo settimo secolo, in cui si fecero infinite scoperte di tal sorta, e che fa epoca nella storia dell'anatomia e della fisiologia. In questi ultimi tempi ancora l'anatomia comparata ha sommamente contribuito a render complete le nostre conoscenze sulla intima struttura e funzioni di diverse parti. La dissezione specialmente de'colossi del regno animale, della balena, dell'elefante ec. ci ha fatto acquistare cognizioni più precise sulla struttura di taluni organi, la cui picciolezza non permetteva agli anatomici di osservare nell'uomo, e ciò nello stesso tempo ha discoperto le funzioni di essi.

Esaminando più da vicino i servigi renduti in questi ultimi tempi della zootomia alla fisiologia, si ravvisa che ad essa sola è dovuto ciò che sappiamo sulla parte di questa scienza che tratta delle leggi della formazione e della teorica della organizzazione animale. Ora l'è questo precisamente quello che ha elevato l'anatomia al rango delle scienze, cui non poteva aspirare quando era limitata a semplici descrizioni delle parti del corpo umano o di altri animali.

42. La zootomia, trattata filosoficamente, sparge luce sulla gran varietà della organizzazione animale e sulle leggi dalle quali essa dipende, seguendo la forma esteriore ed interna degli animali, la struttura de'differenti apparecchi ed organi, e la disposizione che i tessuti presentano tra la loro formazione e combinazione graduali, in tutte le classi, gli ordini, i generi e le specie. E però essa può risguardarsi in due maniere. Talvolta considera l'organizzazione di ciascuna classe a parte, fa conoscere i nomi, la disposizione e la struttura degli apparecchi ed organi che trovansi negli animali di un gruppo, ed indica le modificazioni che essi offrono ne'differenti ordini, generi e specie. Talvolta essa esamina un dopo l'altro gli apparecchi destinati a ciascuna funzione, gli organi della digestione, della respirazione, della circolazione, del sangue e della secrezione, il sistema nervoso, gli organi de'sensi, del movimento e della generazione; le passa a rassegna in tutte le classi, i generi e le specie, e descrive le particolarità che vi si distinguono.

Due vie novelle schiudonsi innanzi al zootomista per fare le sue ricerche e darne i risultamenti, se adopera l'uno o l'altro di questi metodi. O ei segue la scala dell'organizzazione, incominciando dall'uomo, e principia dall'esporre l'intera organizzazione o quella de'diversi apparecchi negli animali che più si avvicinano all'uomo per la loro struttura, come i mammiferi, passando da questi agli uccelli, ai rettili ed ai pesci, esaminando poscia i crustacei, gli aragnei, gli insetti, i molluschi, gli anelidi, i raggiati, i vermi intestini e le meduse, e terminando in fine ai polipi ed agli infusori. Seguendo quest'ordine, il zootomista risolve poco a poco le strutture complicate in altre più semplici, e discende grado a grado dall'organizzazione conosciuta dell'uomo, ch'è la più complicato, a quella moltopiù semplice degli altri animali. O pure egli procede in un modo inverso: comincia dall'esaminare ciascun organo od apparecchio, l'intera organizzazione delle diverse classi di animali pria di quelli che sono i più semplici o i meno elevati nella scala, e dopo rimonta per gradi, e da classe in classe fino all'uomo. Questo metodo ha il vantaggio di far conoscere ciascun organo ed apparecchio nella sua forma più semplice, di mostrarne i primi rudimenti e lo sviluppamento insensibile, infine di presentarne allo spirito dell'osservatore la complicanza graduale fino all'uomo. Così si procede dal semplice al composto. Ciascuna di queste due maniere offre grandi vantaggi, e prova chiaramente che la natura obbedisce ad alcune leggi e regole nella im-

mensa varietà delle sue produzioni. Per tutti gli apparecchi ed organi vi sono alcune forme fondamentali che variamente modificate e combinate divengono la sorgente di tutte quelle che incontransi nel regno animale. Questo è precisamente lo studio della configurazione esterna ed interna degli animali, secondo i diversi gradi della scala, la conoscenza delle analogie che esistono tra questi diversi gradi, e la valutazione delle leggi dalle quali essi dipendono, la quale forma il subietto dell'anatomia considerata come scienza.

42. La zootomia non tratta soltanto della struttura degli animali nel loro perfetto stato, essa esamina ancora la maniera come nascono e si sviluppano nell'uovo, e gli studia nei diversi gradi della loro metamorfosi. Da queste ricerche deriva l'importante risultamento che i diversi organi degli animali delle classi superiori mostransi alla loro origine sotto una semplicissima forma, come quella che essi conservano durante l'intera vita negli animali delle classi inferiori. A seconda che essi fan progressi nel loro sviluppamento, passano per diversi gradi inferiori di organizzazione, e prendono infine quello che è proprio alla classe, all'ordine, al genere di cui essi fan parte. La natura sembra dunque, nella formazione e nella evoluzione degl' individui, obbedire alle stesse leggi che osservansi in quelle de'diversi gruppi di animali.

L'anatomia comparata, andando di concerto coll'anatomia del feto, ha somministrato le nozioni più importanti intorno alla formazione ed allo sviluppamento degli organi dell'uomo, ed intorno alle leggi che vi preseggono. Da ciò è sorta una novella via aperta agl'indagatori dell'organizzazione animale.

44. Lo studio dell'animale organizzazione influisce ancora in modo assai importante sulla fisiologia, poichè dessa ci somministra i più grandi lumi quanto all'uso degli organi, e ci fa osservare le relazioni esistenti tra la struttura de'diversi organi e le loro manifestazioni di attività. Noi vediamo variare l'organizzazione a norma de'luoghi ne'quali vivono gli animali, ed apprendiamo a conoscere le relazioni esistenti tra le influenze esterne e la struttura degli organi. Alcuni esempj renderanno più sensibile questa asserzione.

La struttura degli organi digerenti è in perfetta armonia colla natura degli alimenti La conformazione de'denti e delle mascelle, il numero ed il volume delle glandole salivari, la forma e la struttura dello stomaco, la lunghezza e la disposizione del canale intestinale, offrono differenze relative alle qualità delle sostanze alimentarie di cui gli animali fanno uso. Quanto più queste sostanze per la loro composizione sono analoghe al corpo dell'animale, tanto più esse sono solubili nei sughi digestivi, e meno la struttura degli organi e la digestione sono complicate; mentre al contrario la complicanza di questo apparecchio aumenta in proporzione dell'eterogeneità che si stabilisce tra gli alimenti ed il corpo animale: essa cresce ancora colla loro coerenza e colla difficoltà a disciogliersi ne'sughi digestivi.

La struttura e la disposizione degli organi della respirazione sono stabilite a seconda de'luoghi ne' quali abitano gli animali. Esse non sono negli animali che respirano l'aria come in quelli che respirano l'acqua. La struttura del cuore e la distribuzione de'vasi vi serbano intima relazione. La disposizione del sistema vascolare sanguigno esercita a sua volta una grande influenza sulle manifestazioni di attività de'muscoli e de'nervi, al pari che sulle funzioni della nutrizione.

Noi osserviamo oltracciò esservi una relazione perfetta tra la conformazione degli organi de'sensi e del moto ed il luogo ove risiede l' animale. Lo studio del sistema nervoso, delle sue relazioni colla organizzazione intera, degli organi de'sensi e del moto con i luoghi ne'quali abitano gli animali, ed il paragone della sua struttura con i fenomeni intellettuali che osserviamo in essi ci danno schiarimenti intorno alle sue funzioni, alla cui conoscenza non possiamo giugnere altrimenti che osservando la maniera come esso è organizzato. Siccome l'organizzazione animale è l'effetto di forze appartenenti agli animali, egli è chiaro che colui il quale si determina allo studio della vita e delle sue leggi fissa gli occhi nel lavoratorio di essa, contemplandone la struttura, e dagli effetti di questa vita egli può trarre delle conchiusioni relative alle sue forze. In breve l'anatomia comparata apre al fisiologo pensatore un vasto campo di feconde ricerche.

45. L'è per questo che sol camparando i diversi organi ed apparecchi del corpo umano con quelli degli altri animali apprendesi a conoscere l'importanza e la necessità di tale o tale altra disposizione di questi organi o apparecchi per l'eser-

cizio delle funzioni di essi, ed a concepire la parte che assumono nei fenomeni della vita Buffon ragionevolmente diceva che se non esistessero bruti, la natura dell'uomo sarebbe molto più incomprensibile. Nasce da ciò che l'anatomia comparata è l'anima della notomia e della fisiologia, siccome lo ha detto Leibnizio. Quindi Haller molto fondatamente diceva: *Anatome brutorum plus boni fecit in physiologia, quam anatome corporis humani. Situm, figuram, magnitudinem partium ex homine disci praestat; utilitates et motus partium animalibus fere debemus.* Gli scolari non dimentichino del pari la seguente sentenza di questo grande e sagace fisiologo, parlando dell'importanza della zootomia: *Verum ab humana anatomia physiologia minimo plena repetitur. Quotidie experior, de plerarumque partium corporis animalis functionibus non posse sincerum judicium fieri, nisi ejusdem partis fabrica et in homine, et in variis quadrupedibus, et in avibus et in piscibus, saepe etiam insectis innotuerint* (1).

Importanza dello studio della fisiologia rispettivamente alla medicina (2).

46. Scopo della medicina è il conservamento della salute e la guarigione delle malattie. Per ben comprendere ciò che vi ha di particolare in questi due differenti stati della vita, qual cosa forma la loro essenza, e quali ne sono le cagioni, è mestieri conoscere la vita, i fenomeni e le cause di essa. Il medico può additare le regole per la conservazione della salute sol quando conosce le manifestazioni vitali, le funzioni del corpo umano, quelle delle differenti parti, gli scambievoli rapporti di esse e le cagioni dalle quali dipendono. Non saprebbe dare precetti costanti per guarire le malattie pria di sapere la natura di esse, o i deviamenti delle manifestazioni vitali e delle funzioni nello stato normale, e il potere di quelle cagioni sotto cui sono allogate. Per conseguenza è mestieri non considerare la fisiologia come una parte o ramo della medicina, siccome altre volte si pretendeva; perocchè invece la medicina è un'applicazione della fisiologia con la quale trovasi nella stessa relazione in cui sono le matematiche applicate alle matematiche pure. Come le matematiche applicate suppongono già conosciuti gli assiomi delle matematiche pure o generali, del pari la medicina, se aspira al titolo di scienza, dee togliere i suoi principj dalla fisiologia, ed applicarli quante volte trattasi di investigare e di spiegare i fenomeni e le cagioni delle malattie, o il modo con cui operano le influenze onde il medico fa uso per guarirle. Facciamoci a dilucidare questo argomento.

47. Le malattie sono perturbamenti delle funzioni dell'uomo. Il medico può comprendere o riconoscere questi perturbamenti sol quando ha acquistato nozioni perfette intorno alle manifestazioni della vita nello stato sano, perocchè queste manifestazioni servono di regola a fin di valutare i fenomeni della malattia. Così, a modo di esempio, ei non saprebbe determinare se i movimenti del cuore e del polso si slontanano dallo stato sano, o sono nello stato malato se ignorasse quali sieno nell'uomo in buona salute, e quali differenze offrano secondo l'età, il sesso, la costituzione, l'epoca dell'anno e del giorno, la temperatura esterna, la natura degli alimenti e delle bevande, il riposo e l'esercizio, le passioni e le affezioni morali. È lo stesso quanto a tutte le altre manifestazioni della vita nell'uomo. Nessuna di esse può esser dichiarata infermiccia quando il medico non può giudicarla dall'aspetto della fisiologia Galeno aveva già detto con aggiustatezza: *Cujusque morbi tanta est magnitudo, quantum a naturali statu recedit; quantum vero recedat, is solus novit, qui naturalem abitum adamussin tenuerit.*

48. Il medico parimenti non può comprendere e ricercare le cagioni delle malattie allorchè non conosce le condizioni e le circostanze, da cui dipendono le manifestazioni della vita, ed il conservamento dello stato sano. Le malattie sono prodotte da cagioni esterne od interne. Tra le prime vanno allogate le cose al di fuori, ossia le influenze esterne il cui difetto od abuso, o pure qualunque altro stato, produce il perturbamento nelle fun-

(1) *Questa frase dovrà essere meditata anche da coloro che si ostinano a credere studiarsi la struttura del corpo umano sol per apprendere a tagliare braccia e gambe.* (A)

(2) *Giacomo Macartney*, A lecture on the uses of anatomy and physiology and physiology in various branches of. *Knowledge. Dublino*, 1826.

zioni dell'uomo. Le seconde per lo contrario, cioè le cagioni interne, risguardano l'abuso che l'uomo stesso fa de'suoi organi. Allorchè il medico vuol determinare se una malattia è stata cagionata dalle influenze esterne, è obbligato sapere che tutto dipende dalle influenze fuori di noi, e come queste influenze operano su di noi. Dee conoscere quale azione esercitano sul corpo vivo l'aria, la composizione, la temperatura, la densità, la secchezza, la tensione elettrica, la quiete ed il moto di essa; quale altra proviene dalla luce, dall'acqua, dagli alimenti e dalle bevande, dai veleni e dalle altre cose. Queste nozioni ei le trae dalla fisiologia, la quale dimostra non solo la dipendenza della vita dalle influenze esterne, donde essa pruova la necessità ed indica il modo di operare, ma insegna ancora in qual modo i cangiamenti sopravvenuti in queste influenze esaltano, diminuiscono o modificano in un modo qualunque le manifestazioni di attività de'diversi apparecchi del corpo umano. Fornito di queste conoscenze gli è facile valutare la parte che spetta, in tale o tal altro caso, alle influenze esterne come cagioni di malattia.

Succede lo stesso per la ricerca delle cagioni interne che nascono dall'abuso degli organi. Il medico dee consultare la fisiologia per apprendere da essa sino a qual segno gli organi dipendono dalle determinazioni della volontà nelle loro funzioni, dietro quali leggi queste si eseguiscano, e quali ne sieno le condizioni. La fisiologia gl'impara quale influenza esercitano sulle funzioni dell'uomo l'età, la professione, il modo di vivere: quali apparecchi ed organi ne risentano più particolarmente, e mediante ciò egli vede crescere od affievolire la loro attività. Quindi è dessa che gli discopre gli effetti sulla economia animale delle diverse manifestazioni di forza esaltate o diminuite dalla volontà, e che gl'insegna quali disordini e cangiamenti derivano da questa sorgente. Siccome il genere di occupazioni, il modo di vivere e lo stato dell'uomo sono la cagione prossima di una infinità di passioni, di affezioni morali e di desiderj, e queste passioni, affezioni e desiderj reagiscono più o meno, secondo lo dimostra la fisiologia, sulle funzioni di quasi tutti gli organi, e divengono le cagioni dei varj perturbamenti, il medico con queste cognizioni trovasi egualmente posto in stato di acquistare conoscenze intorno alle cause interne delle malattie, che senza di esse gli sarebbero sconosciute.

49. La fisiologia ne impara che tutti i tessuti, tutti gli organi ed apparecchi del corpo umano vivente, quanto alle manifestazioni di attività, sono in uno scambievole rapporto di azione, ed abbisognano reciprocamente gli uni degli altri. Ogni esaltazione, diminuzione o modificazione qualunque della funzione di un organo reagisce più o meno sugli altri organi. La conoscenza dell'azione scambievole degli organi nello stato sano pone il medico in grado di valutare egualmente la loro reciproca influenza nelle malattie, di ricercare il concatenamento delle cagioni e degli effetti, o di distinguere i fenomeni chiari che debbono considerarsi come primi ed essenziali, e quali come secondarj e non essenziali. Ora precisamente in tal modo si perviene a quella giusta nozione della natura di una malattia che dee precedere e dirigere lo stabilimento di un piano razionale di medicatura. Da ciò nasce che la storia delle malattie, dei fenomeni e delle loro cagioni, come anche il giudizio che formasi intorno ad esse, debbono aver fondamento nella fisiologia. Allorchè questa non abbia ancor discoperto le funzioni degli organi nè ritrovato le condizioni o le leggi cui son soggetti, il medico ha obbligo di attenersi allo studio degli apparenti fenomeni e de'casi nei quali essi si mostrano, senza poterli spiegare ed interpretare (1).

50. La dottrina della medicatura delle malattie, o sia la terapeutica, è in parte basata sulla patologia ed in parte sulla

(1) *Comecchè la patologia è fondata sulla fisiologia e debbe da questa torre i suoi principj, non per tanto l'osservazione delle malattie procura anche grandi vantaggi. Essa soprattutto disvela l'azione scambievole degli organi, le loro simpatie e la loro dipendenza reciproca nelle funzioni, e dà agio alla fisiologia di poter trarre dallo stato delle funzioni dissestate nelle malattie conseguenze relative alla parte che assumono nella conservazione della vita nello stato sano, siccome lo ha dimostrato C. G. Ludwig* (De Physiologia per phaenomena pathologico therapeutica, illustrata. *Lipsia, 1755, in 4.) Quindi il fisiologo non dee ignorare la patologia.* (A)

materia medica. È cosa evidente che il medico non potrebbe guarire una malattia se non fosse in stato di riconoscerla, e se la patologia non gli disvelasse le sue relazioni di causalità. Se la conoscenza e la valutazione dei fenomeni, dell'essenza e delle cause delle malattie suppongono profonde nozioni fisiologiche, queste stesse nozioni non sono meno necessarie quando trattasi di adoperare i mezzi curativi. Questi mezzi sono interni o esterni, come le cagioni delle malattie. I primi consistono in precetti con i quali l'infermo dee por riparo ai disordini delle manifestazioni della vita in lui avvenuti per l'abuso fatto de'suoi organi. Essi mirano al governo del corpo e dell'anima, al genere di occupazioni, al modo di vivere, alle manifestazioni di attività degli organi dei sensi e del movimento, al soddisfacimento delle inclinazioni, in breve, al riordinamento di tutte le funzioni su cui l'uomo esercita un potere qualunque mediante la sua volontà. Essi consistono in eccitare alcune manifestazioni di attività morale, la speranza, la confidenza, l'affetto, la docilità, che il medico sa destare all'infermo per mezzo della sua consideratezza, della sua condotta, del suo carattere, della sua dignità, con le sue caritative virtù ed anche con la sua dottrina. È chiaro, nè abbisogna di pruova, che un medico il quale non è fisiologista e psicologista nulla intende dell' amministrare i mezzi interni di guarigione. E però la maggior parte di coloro che esercitano questa professione si limitano al modo di adoperare i medicamenti che offre loro l' officina dei farmacisti. Per quel che riguarda i mezzi esterni di guarigione, il medico fa sentire al corpo malato l'azione delle sostanze per gli organi digestivi e respiratorj, per la pelle, o anche per gli organi dei sensi, a fin di rimediare ai perturbamenti avvenuti nelle funzioni dell'intero corpo umano o di alcuna delle parti di esso. Ora impiega le influenze che operano sull' uomo anche nello stato di salute, come la luce, il suono, il calorico ed il freddo, l'aria, gli alimenti, le bevande di cui, a seconda dei disordini delle funzioni, egli prescrive e dirige l' uso per modo da ricondurre all'armonia della salute le funzioni esaltate, depresse o stravolte in qualunque maniera. Quindi la fisiologia ha dovuto insegnarli come esse operano. Or si serve di mezzi della massima parte dei quali il solo caso ha disvelato l'utile, impiegandoli contro talune malattie, ed i cui effetti sono stati sottoposti alla pruova di una lunga osservazione, o anche di esperienze sugli animali viventi. L'osservazione degli effetti o dei risultamenti prodotti dalle medicine applicate agli organi della digestione, a quelli della respirazione o alla pelle, suppone per parte del medico profonde conoscenze fisiologiche. E queste conoscenze gli sono necessarie non solo per giudicare degli effetti che producono negli organi con i quali si pongono immediatamente in relazione e dei cangiamenti che vi provano, ma anche per determinare se possano e come immischiarli nella massa del sangue, quali cangiamenti vi operano, di qual natura sono i loro effetti sul cuore, sul sistema nervoso e sugli organi delle secrezioni. Quando trattasi di medicamenti applicati sugli organi dei sensi, non bisogna restringersi solamente alla loro azione immediata su questi organi ; è mestieri del pari aver riguardo a quella che esercitano sull'anima, alle sensazioni ed alle idee che fanno nascere per questo mezzo, e alle modificazioni che mediante ciò introducono nel ritmo e nelle manifestazioni di attività dello spirito.

Dietro tutto ciò scorgesi quanto la fisiologia è importante per la conoscenza degli effetti prodotti dai mezzi curativi. In vero esistono molti medicamenti la cui azione salutare nelle differenti malattie è pruovata dalla esperienza, siccome quella del mercurio nella sifilide, della china-china nelle febbri, e di cui non si è ancora discoperto il modo di operare. Per lo più il medico li somministra perchè commendati da altri medici esperti. Non di meno dai soli progressi della fisiologia si può sperare la spiegazione del modo onde operano, e l'interpretazione delle regole empiriche che li concernono (1).

(1) *L'autore saggiamente ripete ciò che da tutt' i medici si è detto, che la fisiologia è necessaria al patologo, poichè l'esatta conoscenza delle funzioni degli organi, degli apparecchi nello stato sano è la norma dello stato morboso.*

Quanto poi all'azione de'mezzi curativi bisogna che il medico sia profondo patologo per poterla valutare. Dopo che egli ha indagata la origine e la natura della lesione avvenuta sui tessuti, sugli organi e sugli apparecchi della macchina con i criterj riuniti del modo di operare delle cagioni, delle funzioni lese, considerate

51. È facile dimostrare che la fisiologia procura grandi vantaggi anche alla chirurgia, e la innalza al grado di scienza. La storia della chirurgia rende manifesto che questa va debitrice d'immensi progressi a quella delle conoscenze acquistate intorno alla struttura e alle manifestazioni della vita del corpo umano. L'esatte nozioni della struttura han fatto trovare migliori metodi da operare, immaginare strumenti ed apparecchi più accomodati allo scopo. Le numerose esperienze fatte intorno ai mammiferi, quanto alle manifestazioni vitali dei diversi tessuti ed organi, lo studio dei fenomeni presentati da questi tessuti ed organi, allorchè son feriti, le osservazioni raccolte intorno alla secrezione della marcia, la formazione dei bottoni carnosi, la riunione delle ossa, dei muscoli, dei nervi e delle altre parti, l'esperienze intorno agli effetti che traggono seco le lesioni e la ligatura delle arterie, il fatto dimostrato della dilatazione dei vasi laterali ec., sono stati sorgente dei grandi progressi che la chirurgia ha fatto in questi ultimi tempi.

Pria che il chirurgo proceda ad un'operazione, in un caso succeduto e che egli ha ben valutato, dee sapere

1.° Quali differenze presentano le manifestazioni della vita del corpo e delle parti di esso secondo l'età, il sesso, la costituzione, le stagioni, il clima e lo stato dell'atmosfera; perocchè dopo queste particolarità egli ferma il suo giudizio intorno all'operazione che dee intraprendere.

2.° Egli dee avere nozioni esattissime della struttura e della costituzione dell' organo o della parte che deesi sottoporre all'operazione, dee conoscerne la situazione e le relazioni con le parti vicine egualmente che i vasi sanguigni ed i nervi che trovansi dintorno, a fin di evitare che il suo strumento non abbia ad offendere questi ultimi: ma se gli riesce impossibile di non ferire i grossi vasi, dee conoscere su qual punto applicare la compressione o la legatura dei tronchi vascolari per arrestare con certezza l'emorragia (1).

3.° Dee essere esperto intorno alle manifestazioni vitali delle parti su cui egli opera, conoscere quali perturbazioni ne risentirebbe l'economia animale sì in conseguenza dell'irritazione del sistema nervoso che dell'infiammazione che succederà, nè ignorare il modo onde rimediare a questi disordini oppure minorarli (2).

Eseguita l'operazione, il chirurgo ha bisogno di sapere per quali influenze e per quali mezzi curativi l'attività vitale delle parti lese e dell'intero corpo può essere diretta per modo che ne succeda la guarigione. Quindi i precetti della sua arte sono fondati sulle conoscenze anotomiche e fisiologiche, e deesi reputar fornito di ragionevole sapienza sol colui che sa giudicare, dietro i principj della fisiologia dell'uomo, quando sia opportuno intraprendere un'operazione, quando debb'essere eseguita, qual metodo bisogna adoperare per ben farla, e come bisogna comportarsi allorchè è terminata. Molti chirurghi possiedono la necessaria abilità per eseguire operazioni; ma non sono nè fisiologi nè medici, ed appunto per questo, malgrado la loro destrezza, sono sventurati nell'esercizio della loro professione; perocchè non sanno colpire il momento favorevole delle operazioni, ed ignorano il modo come curare i malati che le hanno patite.

52. Ciò che abbiamo detto dimostra la importanza della fisiologia nella medicina e nei differenti rami di essa. Questa ultima cesserà di essere un semplice complesso di proposizioni sperimentali per la maggior parte incoerenti, e sconosciute nelle loro cagioni, sol quando la fisiologia, ben basata come scienza della vita, delle cagioni e delle leggi di essa, potrà, mediante la osservazione e la riflessione, essere applicata alla dottrina delle malat-

in relazione dello stato sano e loro diverse fasi e modificazioni che costituiscono i sintomi, *dal veder giovare o nuocere certi medicamenti, dalle dissezioni di cadaveri dietro consimili malattie, è nel caso di poter determinare l'azione dei farmachi. Nè a mio parere per conoscere il modo di azione dei farmachi devesi ricorrere a sperimenti sull'uomo sano, poichè le condizioni di questo relativamente al malato sono ben diverse.* Il Trad.

(1) *A tal uopo conviene che il chirurgo sia ben versato nella conoscenza dell'* anatomia topografica, ossia di sito, *che oggigiorno richiama l'attenzione dei chirurghi di Europa.* Il Trad.

(2) *Perciò chi si addice alla chirurgia dee applicarsi precedentemente assai bene alla medicina, poichè l'arte di guarire è una sola.* Il Trad.

tie e della curagione di esse. Ogni tentativo operato per condurle con altri mezzi a questo scopo è riescito sterile, e ciò è comprovato bastevolmente dalle teorie immaginate da venti secoli; e però gli uomini illuminati son convinti da molto tempo che giammai non si perverrà ad imprimere un carattere scientifico alla medicina se non si applichino ad essa le nozioni acquistate mediante lo studio della fisiologia generale, e di quella de' corpi viventi in particolare (1). La fisica, la chimica, la storia naturale, la notomia e la fisiologia sono le scienze preparatorie ed indispensabili per essa, e chi trascura di addentrarle dee rinunziare al titolo di medico ragionevole, cioè geloso di dar conto a se medesimo della condotta che da lui serbasi al letto dell'infermo. È pur vero che molti vuoti offronsi ancora nello stato attuale delle scienze naturali, e specialmente della fisiologia e dell'applicazione di esse alla medicina; ma tutti i medici veramente istruiti debbono unire i loro sforzi per appianarli con nuove osservazioni e con esami eseguiti senza prevenzione. Sol quando queste lacune non sieno ancora cancellate può permettersi di operare a modo degli empirici, seguendo i precetti dati dai pratici più commendevoli.

Terminerò ciò che debbo dire intorno all'importanza dello studio della fisiologia in medicina con alcune riflessioni sulla teorica e sulla pratica medicina. In nessun altro ramo di umano sapere si è rinnovata e condotta con tanta animosità la discussione riguardante il valore della teoria e della pratica. In medicina, lo scopo della teoria è il comprendere i fenomeni delle malattie, di isolarli, di classificarli, di rintracciarne l'origine, il corso ed il termine, di addurre le cagioni donde derivano, in fine d'indicare i mezzi con cui si possono allontanare le malattie, di studiare la maniera in cui essi operano, e di stabilire le regole da seguirsi allorchè debbonsi usare.

Noi chiamiamo savio medico colui che conosce ed ha renduto suoi i risultamenti e le investigazioni fatte da uomini commendevoli intorno ai fenomeni, all'andatura, ai segni ed alle cagioni delle malattie, nonchè i precetti per la guarigione di queste ultime. Ma è buon pratico colui che nello stesso tempo ha l'arte di applicare le sue conoscenze, cioè di riferire ciascun caso particolare alla regola, e trovare in una data malattia i principii che possono risguardarla. In questo consiste l'ingegno pratico che deesi manifestare al letto dell'infermo sotto la direzione di un medico savio e sperimentato, supposto d'altronde che siavi un capitale di conoscenze ed una felice disposizione di spirito. Cicerone ragionevolmente ha detto: *Nec medici, nec imperatores, nec oratores quamvis artis praecepta perceperint, quidquam magnae laudis dignum sine usu et exercitatione consequi possunt.* Quindi la prima condizione per esercitare la medicina, dietro l'acquisto di utili conoscenze teoriche, è, come in tutte le altre occupazioni pratiche della vita, l'attitudine a formarsi un'idea chiara ed esatta dei fenomeni in ciascun caso che ci si offre, di ben comprendere la relazione delle cagioni e degli effetti, di giudicarli sotto l'aspetto della teorica, e di saper mettere in opera i precetti di quest'ultima.

Vi hanno molti medici eccellenti nella teoria, ma intanto non hanno affatto pratica, e malgrado tutta la loro sapienza, non sanno riconoscere un caso che ad essi si offre, nè riferirlo alla regola. Questi tali son quelli che hanno studiato nei libri e non si sono esercitati ad applicare al letto dell'infermo le acquistate cognizioni. Altri, il cui numero è grandissimo, che si chiamano solamente pratici, operano per analogia dei casi a loro offertisi, applicandola a caso e senza rendersi conto della loro condotta. Questi sono i grossolani empirici, i tenaci nelle abitudini, i dispregiatori di ogni teoria. Questi specialmente vanno in cerca di ogni nuovo rimedio, e saggiano i mezzi impiegati da altri medici della loro natura. Comunque facile possa apparire l'operar dietro semplice analogia dei casi già osservati, è intanto una cosa difficilissima: perocchè ciascun nuovo caso offre modificazioni particolari. Il medico giudica solamente di un caso particolare di malattia; allorchè, dopo aver considerato le particolarità della vita del paziente, prendendo in considerazione l'età, il sesso, la costituzione, il genere di vita,

(1) Zimmermann *chiamava la fisiologia base della medicina.* Reil *del pari definendo la medicina, appellavala fisiologia de' corpi organizzati nelle loro relazioni di reciprocanza col mondo esteriore, applicata alla conservazione ed al ristabilimento della loro sanità.* (A)

la professione ec., egli stabilisce ciò che v'ha di particolare nel caso onde trattasi, e da tutto ciò deduce i precetti per uso della medicina. Ma in ciò è necessaria la teoria. Operare senza teorizzare, è lo stesso che operare senza pensare.

Il disprezzo che molti pratici affettano per la teorica dipende da molte differenti cagioni. In alcuni nasce dal perchè, essendo cattivi pensatori, non sono in stato di trovar la regola ed il precetto della teorica pel caso particolare che offresi loro, ed in conseguenza van soggetti ad errori di cui cercano la cagione nella teorica, mentre sta unicamente in loro stessi, cioè nella insufficienza del loro giudizio. In altri questo disprezzo deriva dal perchè alcuni pretesi teorici smaltiscono in luogo di teoria pensieri proprii, ornati da loro stessi del titolo di sublimi investigazioni, su cui cercano modellare la medicina, e che dal pratico, come agevolmente si comprende, trovansi insufficienti a sostenere lo sperimento dell'applicazione. Allorchè i medici non più mostreranno credulità per quelle pretenzioni teoriche ingenerate nelle tenebre, si armeranno di scetticismo contro esse, l'esamineranno con sana ragione, le risguarderanno come prodotti di una sregolata immaginazione, e le respingeranno con disprezzo; gl'inutili sforzi di coloro che le andran pubblicando diverranno ognora più rari, e la teoria cesserà di essere in discredito. Possa un giorno avverarsi il desiderio che *Bacone* esprimeva in questi termini: *Speramus et cupimus futurum ut medici nobiliores animos nonnihil erigant, neque toti sint in curarum sordibus.*

Letteratura della fisiologia.

54. Noi non riferiremo che le opere riguardanti la fisiologia in generale. Quelle che trattano su di un solo oggetto determinato, o su di una funzione, saranno indicate a tempo ed a luogo. Noi citeremo solamente le migliori edizioni, ancorchè molte se ne fossero pubblicate.

La divisione più comoda dei trattati generali consiste a dividerli in quelli che trattano della letteratura e della storia, della notomia e della fisiologia, in quelli che espongono i metodi fisiologici, in quelli che servono come elementi e manuali, da ultimo in quelli il cui scopo è svariato, come le Miscellanee ed i Giornali. In tanto ne faremo una scelta, e citeremo solo le opere di qualche importanza.

1. *Opere per servire alla letteratura ed alla storia della fisiologia.*

Al primo posto debbono essere qui allogate due preziose raccolte, in cui trovansi non solo i titoli dei trattati di fisiologia, ma anche notizie tanto sulla vita degli scrittori quanto sulle loro vedute e dottrine fisiologiche. Queste sono:

ALB. DE HALLER, *Bibliotheca anatomica, qua scripta ad anatomen et physiologiam facientia a rerum initiis recensentur.* Zurigo, 1774, 2 volumi in-4.

A. PORTAL, *Histoire de l'anatomie et de la chirurgie.* Parigi, 1770, 6 vol. in-8.

La letteratura fisiologica moderna insiememente all'antica è riferita in:

J. MEYER, *Repertorium des gesammten medizinischen Literatur.* Berlino, 1809, 2 vol. in-8.

C. F. BURDACH, *Literatur der Heilwissenschaft.* Gota, 1810, 2 volumi in-8.

G. S. ERSCH, *Literatur der Medicin des achtzehnten Jahrhunderts bis auf die neueste Zeit.* Nuova edizione, per F. A. B. PUCHELT. Lipsia, 1822, in-8.

Trovasi parimenti la letteratura generale della fisiologia nella *Anatomisch-physiologisches Realwaerterbuch* di PIERER e CHOULANT (Tom. VI, pag. 560).

Per conoscere le memorie intorno l'anatomia e la fisiologia che sono disseminate negli atti delle società letterarie, è mestieri consultare:

G. D. REUSS, *Repertorium Commentationum a societatibus literariis editarum.* Goettinga, 1813, in-4.

Le dissertazioni che trattano intorno a subbietti di notomia e di fisiologia sono indicate nella raccolta seguente, la quale pertanto non è assai completa:

C. L. SCHWEIKHARD, *Tentamen catalogi rationalis dissertationum ad anatomiam et physiologiam spectantium.* Tubinga, 1798, in-8.

2. *Opere intorno ai metodi in fisiologia.*

G. R. TREVIRANUS, *De emendanda physiologia commentarius.* Goettinga, 1796, in-8.

M. DE LENHOSSEK, *Introductio in methodologiam physiologiae corporis humani.* Vienna 1810, in-4.

LORDAT, *Conseils sur la manière d'étudier la physiologie.* Mompellieri, 1813, in-8.

F. NASSE, *Ueber den Begriff und die Methode der Physiologie.* Lipsia, 1826, in-8.

G.-A. MURRAY, *De observationibus et experimentis apud bruta caute ad corpus humanum applicandis, in Opusculis,* Vol. I, pag. 229.

3. *Opere, sistemi, manuali e trattati generali intorno alla fisiologia.*

IPPOCRATE (nato nel primo anno della 80.a Olimpiade, 460 anni prima di G. C., e morto nel 350) *De natura hominis,* (Περι φυσιος ανθ ωπου) Bale, 1546, in-4. Parigi, 1548, in 4. Lione, 1548, in-12. *Cum commentariis.* BL. HOLLERII, Lione, 1570, in-12. Bale, 1762, in-8.

Ve ne sono ancora molte altre edizioni e con diversi comentarj. Verosimilmente quest' opera non è legittima.

S. SEGARRA, *Commentarii physiologici, complectantes ea, quae ad partem medicinalem physiologiae pertinent, ad Hippocratem de natura humana et Galenum de temperamentis.* Valenza, 1596, 1603, in-fol.

R. RESTAURAND, *Magnus Hippocrates Cous redivivus.* T. I. *Continens physiologiam.* Lione, 1681, in-12.

DELAVAUD, *Physiologie d'Hippocrate, extraite de ses oeuvres.* Parigi, anno 10 (1802), in-8.

CL. GALENO (nato 131 anni prima di G. C., medico a Roma; morto sotto il regno dell'imperatore Severo), *De usu partium corporis humani* (Περι χρειας των εν ανθρωπου σωμασι μοριων) *Libri XVII, interprete N. Rhegio.* Parigi, 1528, in-fol. *Ed. Ren. Chartier,* Parigi, 1639, 1679, in-fol. vol. IV, n. 31.

NEMESIO, (vescovo di Emesa, viveva verso il 364), *De natura hominis.* Anversa, 1585, in-8. Oxford, 1671, in-8.

Opera scritta in gran parte secondo le Dottrine di Galeno.

G. FERNEL (nato nel 1506, medico di Enrico II re di Francia; morto nel 1558), *De naturali parte medicinae.* Parigi, 1538, 1542, in-fol., 1546, in-8. Venezia, 1545, in-8. Lione, 1551 in-8.

P.-A. Teofrasto Paracelso (professore a Bale, morto a Salzburgo nel 1541), *De natura hominis.* Bale, 1568, in-8.

Questo libro scritto con risaputo entusiasmo è un misto di alchimia, di astrologia, di misticismo e di dottrine galeniche.

C. VAROLI (nato nel 1543, professore a Bologna, medico del papa Gregorio XIII, morto nel 1575), *De resolutione corporis humani.* Franceforte, 1591, in-8.

Questo libro, compilato secondo i principii degli antichi, fu pubblicato da Cortesi dopo la morte dell'autore.

E. RUDIO (professore a Padova; morto nel 1611). *De usu totius corporis humani.* Venezia, 1588, in-4.

G. MONTALTO (medico in Sicilia), *De homine sano.* Franceforte, 1591, in-8.

G. BRISIANI (medico a Salo), *Physiologia.* Venezia, 1596, in-4.

G. HORST (nato nel 1578, professore a Giessen: morto nel 1636), *Nobilium exercitationum de humano corpore et anima,* libri II, Vittemberga, 1604, 1607, in-8. Franceforte, 1612, in-4.

Opera scritta scolasticamente.

ZWINGER (nato nel 1533, professore a Bale; morto nel 1588), *Physiologia medica Th. Paracelsi dogmatibus illustrata.* Bale, 1610, in-8.

L'autore parteggiava per la chimica.

VAN ROY (nato nel 1598, professore ad Utrecht; morto nel 1679), *Physiologia sive cognitio sanitatis.* Utrecht, 1646, in-4. — *Physiologia naturalis.* Amsterdamm, 1634, 1961, in 4.

ROY, detto in latino *Regius,* applicò la filosofia alla fisiologia.

A. KYPER (professore a Leida; morto nel 1658), *Anthropologia, corporis humani contentorum, et animae, naturam et virtutes secundum circularem sanguinis motum explicans.* Leida, 1647, in-12, 1650, in-4, 1660. Amsterdamm, 1665, in-4.

P. G. SACHS DE LEWENHEIMB (nato nel 1627, medico a Breslau: morto nel 1672) *Anthropologia.* Lipsia, 1640, in 4.

G.-A. VAN DER LINDEN (nato nel 1609, professore a Franecher ed a Leida, morto nel 1664), *Medicina physiologica, nova curataque methodo ex optimis quibusque auctoribus contracta, et propriis observationibus locupletata.* Amsterdamm, 1653, in-4.

L'autore era versatissimo nei medici antichi.

G. MOEBIO (nato nel 1611, professore a Jena; morto nel 1664), *Fundamen-*

ta medicinae physiologicae. Jena, 1661, in-4.

A. Deusing (nato nel 1612, professore a Groningua; morto nel 1666), *Oeconomia animalis.* Groningua, 1660, in 12.

V. Vogler (nato nel 1622, professore ad Helmstaedt: morto nel 1678), *Institutiones physiologicae.* Helmstaedt, 1661, in-4.

R. Descartes (nato nel 1596, morto nel 1650 a Stoccolm), *De homine.* Leida, 1662, in-16, 1764, in-4. Amsterdamm 1677.

Quest'opera, in cui l'autore tentava di spiegare la vita per mezzo di principii meccanici, fu pubblicata dopo la sua morte da Fl. Schuyl.

Fl. Schuyl (professore a Leida) *Physiologia medica.* Leida, 1665, in-4.

Parteggiava per la dottrina di Silvio.

Nic. Hoboken (nato nel 1632, professore in Harderwik), *Cognitio physiologica medica.* Utrecht, 1670, in-4.

La seconda edizione è comparsa sotto il titolo di *Medicina physiologica ex recentiorum principiis exposita.* Utrecht, 1685, in-4.

B. de Broeckhuysen (professore a Bois-le-Duc, medico di Carlo II, re d'Inghilterra: morto nel 1686), *Oeconomia corporis animalis.* Nimegua, 1672, in 8. — *Oeconomia animalis ad circulationem sanguinis breviter delineata.* Gouda, 1685, in-8.

Parteggiava per Descartes.

G. Bohn (nato nel 1640, professore a Lipsia: morto nel 1718), *Circulus anatomico-physiologicus, seu oeconomia animalis.* Lipsia, 1680, in-4, 1686, 1697, 1710, 1736.

Questo savio combattè le ipotesi allora dominanti della scuola jatrochimica di Silvio e della filosofia cartesiana, e preparò gli spiriti a seguire miglior via negli studii fisiologici.

G.-W. Wedel (nato nel 1645, professore a Jena: morto nel 1721), *Physiologia medica.* Jena 1680, in-4, 1704. — *Physiologia reformata.* Jena, 1688, in-4.

Compilatore imbevuto de'principii della scuola chimjatrica.

M. Garcia (professore a Valenza), *Physiologia.* Valenza 1680, in-fol.

T. Craanen (professore a Leida, morto nel 1688), *Oeconomia animalis ad circulationem sanguinis breviter delineata.* Gouda, 1685, in-8. Amsterdamm, 1705, in-8. — *Tractatus physico medicus de homine.* Leida, 1689, in-4.

Partigiano zelante di Descartes.

G.-F. Ortlob (nato nel 1661, professore a Lipsia: morto nel 1700), *Historia partium et oeconomiae hominis secundum naturam, seu Dissertationes anatomico-pathologicae,* Lipsia, 1697, in-4.

G. Vater (nato nel 1651, professore a Vittemberga: morto nel 1732), *Physiologia experimentalis et demonstrativa.* Vittemberga, 1701, in-4. 1712.

G. G. de Berger (nato nel 1659, professore a Vittemberga: morto nel 1736), *Physiologia humana.* Vittemberga, 1702. Lipsia 1708, in-4.

Il savio autore combatte gagliardamente le dottrine di Stahl, ed abbraccia quelle degli jatromatematici.

G. M. Hoffmann (nato nel 1653, professore in Altdorf; morto nel 1727), *Idea machinae humanae anatomico-physiologica.* Altdorf, 1703, in-4.

G. Boerhaave (nato nel 1668, professore in Leida: morto nel 1738), *Institutiones medicae.* Leida, 1708, in-8, 1713, 1720, 1727, 1734, 1738. Parigi, 1737. Venezia, 1757. Londra, 1751.

Il primo volume contiene la fisiologia.

Il dotto ed ingegnoso autore tenta di rischiarare la scienza della vita mediante l'applicazione della chimica e della meccanica. La sua scuola fu in fiore durante la prima metà del diciottesimo secolo.

Haller, uno de'suoi discepoli, pubblicò i quaderni scritti nel suo studio con alcuni commentari, sotto il titolo seguente:

G. Boerhaave, *Praelectiones academicae in proprias institutiones rei medicae.* Goettinga, 1793, 4 vol. Torino, 1742. Venezia, 1742. Leida, 1785, in 8. Tradotto in francese da Offrai de La Mettrie. Parigi, 1747, in 12.

P.-A. Marherr, *Praelectiones in H. Boerhaave institutiones medicas.* Vienna e Lipsia, 1785, 3 vol. in 8.

G.-E. Stahl (nato nel 1660, professore in Halle: morto nel 1734), *Theoria medica vera phisiologiam et patologiam sistens.* Halle, 1708, in 4, 1737. *Sciagraphia phisiologiae verae medicae.* Halle, 1711, in 4. — *Phisiologia medici ad pathologiam. therapiam et praxinclinicam directe conferenda.* Halle, 1705, in 4.

Stahl disprezzava grandemente la notomia. Egli combattè i principii degli jatromatematici intorno alla vita, e quantunque molto parteggiasse per la chimica, stabilì l'anima come principio della vita. Egli schiuse il sentiero ai vitalisti.

G. P. Nenter (professore a Stransbur-

go), *Theoria hominis sani, s. physiologia medica.* Stransburgo, 1714, in 8, 1723.

Discepolo e partigiano di Stahl.

A. Pitcarn (nato nel 1652, professore a Leida, indi a Edimburgo; morto nel 1713), *Elementa medicinae physico-mathematica.* Londra, 1717, in 8, 1718.

Questi fu uno dei più ardenti jatromatematici.

F. Hoffmann (nato nel 1660, professore in Halle; morto nel 1742), *Physiologia corporis humani vivi et sani, medicinae rationalis et sistematicae.* T. I. Halle, 1718, in 4. Bale, 1738. Genova, 1748. — *Physiologia.* Hale, 1746, in 8.

Avversario di Stahl. La sua dottrina componevasi di un misto di principii della scuola chimjatrica con quelli della jatromatematica.

E.-E. Cohausen, *De differentia inter Fr. Hoffmanni doctrinam physico-medicam et Stahlii medico-organicam.* Francforte, 1746, in 8.

G. F. Teichmeyer (professore a Jena; morto nel 1744), *Elementa anthropologiae, s. theoriae corporis humani.* Jena, 1718, in 4, 1739, in 8.

A. E. Buchner (nato nel 1701, professore in Erford ed in Halle, morto nel 1769), *Fundamenta physiologia ex physico-mechanicis principiis deducta.* Halle, 1726, 1746, in 8.

Discepolo e partigiano di Hoffmann

G. Coche, *Anatomical and mechanical essay of the animal oeconomy.* Londra, 1730, in 8.

G.-F. Schreiber, *Fundamenta medicinae physico matematica.* Lipsia, 1731, in 8.

Saggio che ha per scopo di applicare la filosofia di Wolf alla fisiologia.

Bryan-Robinson, *Treatise on the animal oeconomy,* 1732, in 8, Londra, 1738.

Difensore ardente della scuola jatromatematica.

G.-H. Behr (nato nel 1708, chirurgo a Stransburgo: morto nel 1761), *Physiologia medica.* Stransburgo, 1736, in 4.

F. Quesnay (nato nel 1694, medico del re di Francia e segretario dell'accademia di chirurgia: morto nel 1774), *Essai sur l'économie animale.* Parigi, 1726, in 12. — *Essai de phisique sur l'économie animale.* Parigi, 1747, 3 vol. in 12.

Egli ha tolto molto dagli scritti di Boerhaave.

G.-H. Schulze (nato nel 1687, professore in Altdorf; morto nel 1745), *Physiologia medica usui praelectionum accomodata.* Halle, 1747, in 8.

Quest'opera è compilata secondo i principii di Boerhaave

A. de Haller (nato a Berna nel 1708, professore a Goettinga: morto nel 1777), *Primae lineae physiologiae in usum praelectionum academicarum.* Goettinga, 1747, in 8, 1751, 1766. — *Ed. quarta emendata et aucta ab* H.-A. Wrisberg. Goettinga, 1780. Trad. in francese da P. Tarin. Parigi 1752, in 12, e da T. Bordenave. Parigi, 1768, in 12. — *Elementa physiologiae corporis humani.* T. 1, in 8, Losanna, 1757, 1766, in 4. Napoli, 1766. Venezia, 1765. Quest'opera è stata ristampata, *dopo riveduta,* sotto il titolo: *De partium corporis humani fabrica et functionibus.* Berna, 1777, in 8. Opera rimasta incompleta per la morte dell'autore. — *Actuarium ad A. Halleri elementa physiologiae excerptum ex nova editione (a C. G. Eschenbach et C. G. Greding, ed. cur.* G G.-F. Franz) *et adaptatum veteri.* Francforte e Lipsia, 1780, in 4.

Haller, profondo conoscitore delle opere de'suoi predecessori, si sforzò di sottomettere i fatti conosciuti della vita allo sperimento delle proprie osservazioni, e di offrirli dottrinalmente uniti ne' suoi elementi, che saranno sempre un'opera classica.

G. Lieutaud (nato nel 1708, professore in Aix; morto nel 1780), *Elementa physiologiae juxta solertiora notissimaque physicorum experimenta et accuratiores anatomicorum observationes concinnata.* Amsterdamm, 1749, in 8. Venezia, 1766, in 8.

G.-A. Unzer (nato nel 1727, professore a Rintelne; morto nel 1799), *Philosophische Betrachtungen ueber dem menschlichen Kaerper.* Halle, 1750, in 8. — *Erste Grunde der Physiologie.* Lipsia, 1771, in 8.

G. Heuermann (professore a Copenaghen; morto nel 1768), *Physiologie.* Copenaghen, 1751, 4 vol. in 8.

Opera preziosa per taluni sperimenti fatti sugli animali vivi.

G.-E. Hamberger (nato nel 1697, professore a Jena; morto nel 1755), *Physiologia medica seu de actionibus corporis humani sani doctrina, mathematicis atque anatomicis principiis superstructa.*

Jena, 1751, in 4. — *Elementa physiologiae medicae, post obitum auctoris continuata per G.-F. Kessel.* Jena, 1757, in 8. — *Denuo edita a C.-G. Mayer.* Jena, 1770, in 8.

Ardente jatromatematico, il quale ebbe vive discussioni con Haller.

C. G. Ludwig (nato nel 1709, professore a Lipsia; morto 1772), *Institutiones physiologiae cum introductione in universam medicinam.* Lipsia, 1752, in 8.

G.-E. Bertier (professore in Mans), *Physique des corps animés.* Parigi, 1755, in 12.

T. Bordenave (nato nel 1728, professore a Parigi; morto nel 1782), *Essai sur la physiologie.* Parigi, 1756, 1764, 1787.

C.-N. Jenty (medico a Londra), *A course of anatomico-physiological lectures on the human structure and animal oeconomy.* Londra, 1754, 3 vol. in 8.

F. Lamure. *Positiones ex physiologia.* Mompellieri, 1761, in 8.

G.-F. Duvieu, *Traité de physiologie.* Lione. 1762, in 12.

E. Platner (nato nel 1744, professore a Lipsia; morto nel 1818), *Briefe eines Arztas an seinen Freund ueber den menschlichen Kaerper.* Lipsia, 1772, 2 vol. in 8. — *Anthropologie fuer Aertze und Weltweise.* Lipsia, 1772, 2 volumi in 8.

B. Pemberton (morto nel 1771), *A course of physiology.* Londra, 1773, in 8.

Questa fisiologia jatromatematica venne a luce dopo la morte dell'autore.

P.-G. Barthez (nato nel 1734; morto nel 1806), *Nova doctrina de functionibus corporis humani.* Mompellieri, 1774, in 4. — *Nouveaux éléments de la science de l'homme.* Mompellieri, 1778, in 8. Parigi, 1806, in 8.

Questo scrittore pieno di sagacia tenta spiegare la vita con una forza speciale, cioè la forza vitale.

F.-B. Albino (nato nel 1715, professore a Leida; morto nel 1778), *De natura hominis.* Leida, 1775, in 8.

Manuale stimabile, in stile aforistico, del fratello del celebre B.-S. Albino.

G. Cullen (nato nel 1712, professore in Edimburgo, morto nel 1790), *Institutions of medicine, P.-I physiology.* Edimburgo, 1777, in 8, ed. 3, 1783, in 8.

G.-D. Metzger (nato nel 1739, professore a Koenigsberga; morto nel 1805), *Grandiss der Physiologie.* Koenigsberga, 1777, 1783, in 8. — *Die Physiologie in Aphorismen.* Koenigsberga, 1789, 1795, in 8.

M.-A.-L. Caldani (nato nel 1724, professore a Padova; morto nel 1813), *Institutiones physiologicae.* Padova, 1778, in 8. Lipsia, 1785.

N. Jadelot (nato nel 1736, professore a Nancy; morto nel 1793), *Physica hominis sani.* Nancy, 1778.

F. Cromadelli (professore a Roma), *Nova physiologiae elementa.* Roma, 1779, in 12. — *Denuo ed. Eust. Athanasius.* Halle, 1795, in 8.

G.-F. Blumenbach (nato nel 1752, professore a Goettinga), *Institutiones physiologicae.* Goettinga, 1787, 1798, 1810, 1821, in 8; tradotta in francese da Puguet. Lione, 1792, in 12.

Attumonelli (professore in Napoli), *Elementi di Fisiologia medica.* Napoli, 1789, 5 vol. in 8.

E. Darwin (nato nel 1731, medico a Derby; morto nel 1802), *Zoonomia, or the laws of organic life.* Londra, 1794, 1796, 3 vol. in 4; tradotto in francese da Kluiskens. Gand, 1810, in 8.

Quest'opera è ricca di pensamenti originali.

G. Presciani, *Discorsi elementari di anatomia e fisiologia.* Milano, 1794, in 8.

F. Hildebrandt (nato nel 1764, professore in Erlangue; morto nel 1816), *Lehrbuch der Physiologie.* Erlangue, 1796, 1798, 1803, 1809, 1817, 1828.

Vitalista.

G. Prochaska (nato nel 1749, professore a Praga ed a Vienna; morto nel 1820), *Lehrsaetze aus der Physiologie des Menschen.* Vienna, 1797, 1802, 1808, in 8.

Egli risguarda la vita come un fenomeno elettrico.

G. F. Ackermann (nato nel 1765, professore a Mayence, Jena e Heidelberga; morto nel 1815), *Versuch einer physischen Dartellung der Lebenskraefte organisirter Kaerper.* Francforte, 1797, in 8, Jena, 1805, in 8.

Jatromatematico moderno.

G. Tourdes, *Manuel de physiologie.* Metz, 1797, in 8.

R. Saumarez, *A new system of physiology.* Londra, 1798, 2 vol. in 8.

E. Peart, *Physiology.* Londra 1798, in 8.

THORNTON, *Medical extracts on the natura of health, and the laws of the nervous and ficrous system*. Londra, 1798, 4 vol. ed. 3.

C.-C.-E. SCHMID (nato nel 1761, professore a Jena: morto nel 1813), *Physiologie, philosophisch bearbeitet*. Jena, 1798, 3 vol. in 8.

Applicazione de'principii della filosofia critica alla fisiologia.

F. L. KREYSSIG (nato nel 1769, professore a Vittemberga e a Dresda) *Neue Darstellung der physiologische und patologischen Grundlehren*. Lipsia, 1798, 2 vol. in 8.

C. L. DUMAS (nato nel 1765; morto nel 1813), *Principes de physiologie*. Mompellieri, 1806. Parigi, 1800, 2 vol. in 8.

Vitalista.

A. RICHERAND, *Nouveaux élémens de physiologie*. Parigi (anno 9), 1801, 1807, 1810, 1814, 1820, edizione 9, 1825, 1833.

G. H. F. AUTENRIETH (nato nel 1772, professore a Tubingua), *Handbuch der empirischem menschlichen Physiologie*. Tubingua, 1801, 3 vol. in 8.

Seguace delle Teorie chimiche.

C. H. PFAFF (nato nel 1774, professore a Kiel), *Grundriss einer allgemeinem Physiologie und Pathologie des menschlichen Kaerpers*. Copenache, 1801.

Saggio di applicazione della teoria dell'eccitamento alla fisiologia.

G. R. TREVIRANUS nato nel 1776, professore a Brema), *Biologie oder Philosophie der lebenden Natur*. Goettinga, 1802, 6 vol. in 8.

Opera notevole, degna del titolo che porta.

G. TOMMASINI, *Lezioni critiche di fisiologia e patologia*. Parma, 1802, 4 vol. in 8.

G. G. DOEMMLING (nato nel 1771, professore a Vurtzburgo: morto nel 1803), *Lerhbuch der Physiologie des Menschen*. Goettinga, 1802, in 8.

Compilato secondo lo spirito della teoria dell'eccitamento, passando alla filosofia naturale di Schelling.

G. GOERRES (nato nel 1776) *Aphorismen ueber die Organonomie*. Coblentz, 1803, in 8. — *Exposition der Physiologie*. Coblentz, 1805, in 8.

C. BERNOULLI, *Versuch einer physischen Antropologie oder Darstellung des physischen Menschen*. Halle, 1804, 2 vol. in 8.

I. DOELLINGER (nato nel 1770, professore a Munich), *Grundriss der Naturlehre des menschlichen Organismus*. Bamberga e Vurtzburgo, 1805, in 8.

F. E. FODERÉ (nato nel 1764), *Essai de physiologie positive appliquée spécialment à la médecine pratique*. Avignone e Parigi, 1806, in 8.

G. C. A. HEINROTH (nato nel 1773, professore a Lipsia), *Grundzueg eder Naturlehre des menschlichen Organismus*. Lipsia, 1807, in 8.

P. F. WALTHER (nato nel 1780, professore a Bonn), *Physiologie des Menschen*. Landshut, 1807, 2 volumi in 8.

G. AZZOGUIDI (nato nel 1741, professore a Bologna; morto nel 1814), *Compendio dei discorsi che si tengono dalla cattedra di fisiologia e di notomia comparata*. Bologna, 1808, in 8.

E. GALLINI (professore a Padova), *Nuovi elementi della fisica del corpo umano*. Padova, 1808, 1820, 2 volumi in 8.

I fenomeni della vita sono effetti delle forze generali della natura.

E. BARTELZ (professore a Marburgo), *Systematischer Entwurf einer allgemeinen Biologie*. Francforte, 1808, in 8. — *Physiologie der menschlichen Lebensthaetigkeit*. Freiberga, 1809, in 8.

F. L. AUGUSTIN, *Lerhbuch der Physiologie des Menschen*. Berlino, 1809, in 8.

C. SPRENGEL (nato nel 1766, professore in Halle), *Institutiones physiologicae*. Amsterdamm, 1809, 2 volumi in 8.

C. F. BURDACH (nato nel 1776, professore a Kenigsberga), *Physiologie*. Lipsia, 1810, in 8. — *Die Physiologie alz Erfahrungswissenichaft*. Lipsia, 1826-1828, 2 vol. in 8.

G. JACOPI, *Elementi di fisiologia e notomia comparativa*. Napoli, 1810, 3 vol. in 8.

B. MOJON (professore a Genova), *Leggi fisiologiche*, Genova, 1810, in 8.

F. GRUITHUISEN, *Anthropologie*. Munich, 1810, in 8. — *Organozoonomia*. Munich, 1811, in 8.

C. G. NAUMANN, *Von der Natur des Menschen*. Berlino, 1815, 2 volumi in 8.

G. B. WILBRAND (nato nel 1781, professore a Giessen), *Physiologie des menschen*. Giessen, 1815, in 8.

M. A. LENHOSSEK (professore a Vienna), *Physiologia medicalis*. Pesth, 1816, 5 vol. in 8. — *Institutiones physiologi-*

rae organismi humani, usui academico accomodatae. Vienna, 1822, 2 volumi in 8.

F. Magendie, *Précis élémentaire de physiologie.* Parigi, 1816, 2 vol. in 8. 2. ed. 1825.

A. Ypey (professore a Leida: morto nel 1820), *Principia anatomico-physiologica.* Leida, 1817, in 8.

G. Gordon, *Outlines of lectures on the physiology.* Edimburgo, 1817, in 8.

A.-F. Hempel (professore a Gottinga), *Einleitung in die Physiologie des menschlichen Kaerpers.* Gottinga, 1818, 1828, in 8.

G.-C. M.-G. de Grimaud (nato nel 1750, morto nel 1789), *Cours complet de physiologie,* opera postuma. Parigi, 1818, 2 vol. in 8.

A. Rolando (professore a Torino), *Anatome physiologica.* Torino, 1819, in 8.

G. Nicoll, *Sketches of the economy of man.* Londra, 1820, in 8.

L. Martini (professore a Torino), *Elementa physiologiae.* Torino, 1821, in-8. — *Editio altera,* 1828, 2 vol. in 8. — *Lezioni di fisiologia.* Torino, 1826, 1828, 6 vol. in 8.

C.-A. Rudolphi (professore a Berlino), *Grundiss der physiologie.* Berlino, 1821, 2 vol. in 8.

G. Hood, *Analytic physiology.* Liverpool, 1822, in 8.

N. P. Adelon, *Physiologie de l'homme.* Parigi, 1823, 4 vol. in 8.

G. Bostock, *An elementary system of physiology.* Londra, 1824, 3 vol. in 8.

H. Mayo (professore a Londra), *Outlines of human physiology.* Londra, 1827, in 8.

Bakker (professore a Groningua), *De natura hominis.* Groniugua, 1827, 2 vol. in 8.

C. Bourdon, *Principes de physiologie medicale.* Parigi, 1828, 2 vol. in 8.

4. *Miscellanee di anatomia e fisiologia.*

G. Charleton (nato nel 1619, medico a Londra: morto nel 1707), *Exercitationes physico-anatomicae, sive oeconomia animalis, novis in medicina hypothesibus superstructa et mechanice explicata.* Amsterdamm, 1659, in 12.

In quest'opera trattasi della nutrizione, della formazione del chilo, di quella del sangue, della circolazione di quest'ultimo, della respirazione, dei vasi linfatici e del moto muscolare. L'autore adotta le opinioni della scuola jatromatematica. Egli fu uno dei primi difensori della dottrina di Harvey.

G. Mayow (nato nel 1645, medico ad Oxford; morto nel 1679), *Tractatus quinque-physici.* Oxford, 1669, 1674, in 8. Ed anche col titolo di *Opera omnia medico-physica.* La Haye, 1681.

Vi si trovano memorie intorno alla respirazione, al movimento muscolare, al succo gastrico, alla milza. L'autore emette opinioni analoghe a quelle che un secolo dopo furono ennunziate e pruovate dalla scuola della chimica antiflogistica.

C. Drelincourt (professore a Leida, maestro di Boerhaave; morto nel 1697), *Experimenta anatomica ex vivorum sectionibus petita edita per E.-G. Heyseum.* Leida, 1682, in 12.

Quest'opera contiene preziose osservazioni intorno alle manifestazioni della vita nelle diverse parti.

A. Van der Heiden (medico in Amsterdamm), *Experimenta circa sanguinis missionem, fibras motrices, urticam marinam,* ec. Amsterdamm, 1686, in 8.

Vi si trovano osservazioni intorno al moto del sangue nei vasi delle rane, e ricerche intorno alle fibre muscolari.

M. Malpighi (nato nel 1628, professore a Bologna, medico del Papa Innocenzio XII: morto nel 1694), *Opera omnia.* Londra, 1686, 2 vol. in fol. Leida, 1687, in 4. — *Opera posthuma.* Leida, 1698, in fol.

Queste opere di Malpighi contengono ricerche preziose sulla struttura del cervello, della lingua, del fegato, della milza, dei polmoni, dei reni, delle glandole e delle membrane, ed anche eccellenti osservazioni sullo sviluppamento del pulcino nell'uovo, ec.

L. Bellini (nato nel 1643, professore a Pisa, morto nel 1703), *Opera omnia.* Venezia, 1708, 1720, in 4.

Vi si trovano memorie intorno alla struttura della lingua e dei reni, intorno ai movimenti del cuore, al corso della bile, alla respirazione, all'urina, ec.

A. Pitcarn, *Opera omnia.* La Haye, 1722, 2 vol. in 4.

Queste opere contengono memorie intorno alla circolazione del sangue, alla secrezione, alla digestione, al flusso mestruo, ai temperamenti, ec.

C. Perrault (nato nel 1613, membro

dell'Accademia delle scienze ed architetto di Luigi XIV: morto nel 1688), *Essais de phisique*. Parigi, 1680, 4 vol. in 4. — *Oeuvres de physique et de mecanique*. Amsterdamm, 1727, in 4.

Vi si trovano moltissime buone osservazioni intorno al suono e all'organo dell'udito, alla voce, al moto animale, al moto peristaltico, agli organi digestivi, ec.

A. DE LEEUWENHOEK (nato nel 1632, morto nel 1723), *Opera omnia, seu Arcana naturae ope microscopiorum detecta*. Leida, 1685, 1702, 1722, in 4.

Vi sono molte osservazioni microscopiche intorno alle parti liquide e solide dell'uomo e dei bruti.

G. KEIL (nato nel 1678, visse ad Oxford ed a Cambridge, poi fu medico a Nerthampton, morì nel 1719), *Tentamina medico-physica*. Londra, 1718, in-8. Leida, 1730, in 4.

Keil era jatromatematico. Ha scritto intorno alla quantità del sangue, alla circolazione, alla secrezione, alla traspirazione cutanea ed al moto muscolare.

G B. MORGAGNI (nato nel 1682, professore a Bologna ed a Padova: morto nel 1771), *Adversaria anatomica* VI. Bologna, 1706, 1719. Padova, 1719, in 4. *Epistolae anatomicae novas observationes et animadversiones complectentes* II. Leida, 1728, in 4. Venezia, 1762. Padova, 1764, in fol. Vi si trovano confute di altri anatomici e fisiologi, e preziose osservazioni dello stesso autore. — *De sedibus et causis morborum per anatomen indagatis*. Venezia 1761, in fol., 2 vol. Parigi, 1765, in fol. Quest'opera notevolissima è anche importante per la fisiologia.

C. WINTRINGHAM, *An experimental inquiry on some parts of the animal structure*. Londra, 1740, in 4.

Quest'opera contiene investigazioni intorno alla struttura de'vasi sanguigni: vi si trovano ancora calcoli intorno alla densità degli umori dell'occhio e riflessioni intorno alla vista.

B.-S. ALBINUS (nato nel 1697, professore a Leida: morto nel 1770), *Academicarum annotationum libri octo*. Leida, 1756, in 4.

Vi si trovano molti fatti preziosissimi per l'anatomia e la fisiologia.

A. DE HALLER, *Memoires sur la nature sensible et irritable des parties du corps animal*. Lausanne, 1756, 4 vol. in 12. Quest'opera è sommamente importante per numerose esperienze che fanno epoca. — *Opera omnia*. Lausanne, 1762, 3 vol. in 4. Collezione di Memorie programmi e trattati varii.

G. G. ROEDERER (nato nel 1725, professore a Goettinga; morto nel 1763), *Opuscola medica*. Goettinga, 1763, in 8.

G. VAN DOEVEREN (professore a Groningua e a Leida, morto nel 1783), *Specimen observationum academicarum ad monstrorum historiam, anatomen, pathologiam et artem obstetriciam praecipue spectantium*. *Groningua e Leida*, 1765, in 4.

G. STEDMAN, *Physiological essay and observations*. Edimburgo, 1769.

Vi si trovano alcune Memorie sulla divisione del polso, sulla mestruazione, ec.

F. FONTANA (nato nel 1730, professore a Pisa; morto nel 1805), *Ricerche filosofiche sopra la fisica animale*. Firenze, 1775, in 4. — *Opuscoli scientifici*. Firenze, 1783, in 8. — *Traité sur le venin de la vipère, sur les poisons américains, sur le laurier cerise et sur quelques autres poisons vegetaux: on y a joint des observations sur la structure primitive du corps animal, différentes experiences sur la reproduction des nerfs et la descrintion d'un nouveau canal de l'oeil*. Firenze, 1783, 2 volumi in 4.

G. D. METZGER, *Adversaria medica*. Francforte, 1744, 2 vol. in 8. — *Opuscula anatomica et physiologica* Gota ed Amsterdamm, 1790, in 8. — *Exercitationes academicae argumenti aut anatomici aut physiologici*. Cheningsberga, 1792.

L. SPALLANZANI (nato nel 1729, professore a Pavia; morto nel 1799), *Opuscoli di fisica animale e vegetabile*. Modena, 1776, 2 vol. in 8.; trad. da Senebier. Parigi, 1787, in 8.

Vi si trovano Memorie estremamente preziose intorno a diversi capi della fisiologia. Spallanzani è al certo un fisiologo di prima sfera. Egli si è acquistata gloria immortale con le sue eccellenti investigazioni ed esperienze intorno alla digestione, alla circolazione del sangue, alla generazione ed alla respirazione. Il suo metodo di osservare debb'essere considerato come un capolavoro di applicazione della logica.

E. SANDIFORT (professore a Leida), *Observationes anatomico-pathologicae*. Leida, 1777, 3 vol. in 4. — *Opuscola anatomica*. Leida, 1784, in 4.

Opera ricca in fatti che risguardano l' anatomia e la fisiologia.

L. M. A. CALDANI (professore a Padova: morto nel 1813), *Commentationes academicae praesertim anatomiam spectantes.* Goettinga e Lipsia, 1779, in 8.

G. PROCHASKA, *Adnotationes Academicae.* Praga, 1780, 3 vol. in 8. — *Opera minora.* Vienna, 1800, 2 volumi in 8.

Queste opere contengono investigazioni intorno alla struttura e le manifestazioni di vita dei muscoli e dei nervi, intorno alla circolazione del sangue, ec.

P. CAMPER (nato nel 1722, professore a Franecher, Amsterdamm e Groninga; morto nel 1789), *Kleine Schriften.* Lipsia, 1782, 3 volumi in 8.

Vi si trovano eccellenti Memorie.

G. REZIA, *Specimen observationum academicarum et pathologicarum.* Pavia, 1784, in 8.

G. HEWSON (nato nel 1739, medico a Londra, morto nel 1774), *Opus posthumum, sive rubrarum sanguinis particularum, et fabricae ususque glandularum lymphaticarum, thymi et lienis.* Leida, 1785, in 8.

A. SCARPA (nato nel 1750, professore a Pavia), *Annotationum libri duo.* Pavia, 1785, in 4.

Vi si trovano eccellenti Memorie intorno alla struttura ed alle funzioni dei gangli nervosi, dei nervi del naso, ec.

G.-P. BLUMENBACH, *Specimen physiologiae comparatae inter animantia calidi et frigidi sanguinis.* Goettinga, 1787, in 4. — *Specimen physiologiae comparatae inter animalia calidi sanguinis vivipara et ovipara.* Goettinga, 1789, in 4.

Opera preziosissima.

M. ROSA (professore a Pavia), *Lettere filosofiche.* Napoli, 1788, 2 volumi in 8.

C.-F. LUDWIG (nato nel 1721, professore a Lipsia), *Exercitationes academicae.* Lipsia, 1790, in 8.

B.-N.-G. SCHREGER (nato nel 1766, professore in Erlangna; morto nel 1824), *Fragmenta anatomica et physiologica.* Lipsia, 1791, in 4.

G. HUNTER (nato nel 1728, medico a Londra: morto nel 1793), *Observations on certain parts of the animal oeconomy.* Londra, 1788, 1792, in 4.

Libro contenente ricerche ed osservazioni originalissime.

E. PLATNER, *Quaestionum physiologicarum libri duo.* Lipsia, 1794, in 8.

S.-G. BRUGMANNS (nato nel 1763, professore a Leida: morto nel 1819), *Quaestiones medici argumenti.* Leida, 1796, in 8.

F.-A. WALTER (nato nel 1764), *Annotationes academicae.* Berlino, 1796, in 4.

T.-G.-A. ROOSE (nato nel 1771, professore a Brunsvich, morto nel 1803), *Physiologische Untersuchungen.* Brunsvich, 1796, 1818. — *Anthropologische Briefe.* Lipsia, 1803, in 8.

F.-A. DE HUMBOLDT (nato nel 1769), *Verzuche ueber die gereizte Muskel-und Nesvenfaser, nebst Vermuthungen ueber den chemischen Process des Lebens in der Thierund Pflanzen-Welt.* Posen e Berlino, 1797, 2 vol. in 8.

G.-R. TREVIRANUS, *Physiologische Fragmente.* Annover, 1797, 2 volumi in 8.

G.-R. e L.-C. TREVIRANUS, *Vermischte Schriften, anatomische und physiologischen Inhalts.* Goettinga, 1816, 4 vol. in 8.

Opera ricchissima di fatti.

H. A. WRISBERG, *Commentationes medici, physiologici, anatomici et obstetricii argumenti.* Goettinga, 1800, in 8.

S. BICHAT (nato nel 1771, morto nel 1802), *Recherches sur la vie et la mort.* Parigi, 1800, in 8. — Nuova edizione con note di M. Magendie. Parigi, 1822, in 8.

G.-A. ALBERS (nato nel 1774, medico a Brema: morto nel 1821), *Beitraege zur Anatomie und Physiologie der Tiere.* Brema, 1802, in 4.

C.-A. RUDOLPHI, *Anatomisch-physiologische Abhandlungen.* Berlino, 1802, in 8. — *Bemerkungen aus dem Gebiete der Naturgeschichte, Medicin und Thierarzneikunde.* Berlino, 1804, 2 vol. in 8. — *Beitraege zur Anthropologie und allgemeinen Naturgeschichte.* Berlino, 1812, in 8.

F. CALDANI, *Opuscula anatomica.* Padova, 1803, in 4.

G.-P.-V. TROXLER, *Versuche in der organischen Physik.* Jena, 1804, in 8.

F. VICQ-D'AZYR (nato nel 1748, morto nel 1794), *Oeuvres.* Parigi, 1815, 6 vol. in 8.

G.-A. STUETZ (nato nel 1772, mor-

to nel 1806), *Schriften physiologischen und medicinischen Inhalts*. Berlino, 1806, in 4.

G. Munnicks, *Observationes variae*. Groningua, 1805, in 4.

L. Oken e L.-G. Kieser, *Beitraege zur vergleichenden Zoologie, Anatomie und physiologie*. Bamberga e Vurzburgo, 1806, in 4.

G. F. Meckel (nato nel 1781, professore ad Halla), *Abhandlungen aus der menschlichen und vergleichenden Anatomie und Physiologie*. Halle, 1806, in 8. — *Beitraege zur vergleichenden Anatomie*. Lipsia, 1806, 2 vol. in 8.

E. Gallini, *Nuovo saggio d'osservazioni fisiologiche*. Padova, 1807, in 8.

P.-H. Nysten, *Recherches de physiologie et de chimie pathologique*. Parigi, 1811.

Legallois, *Experiences sur le principe de la vie, notamment sur celui des mouvemens du coeur et sur le siége de ce principe*. Parigi, 1812, in 8.

F.-L. Gruithuisen, *Beytraege zur Physiognosie und Eautognosie*. Monaco, 1812, in 8.

Coutanceau, *Revision des nouvelles doctines chimico-physiologiques*. Parigi, 1814, in 8.

S. F. Burdach, *Anatomische Untersuchungen bezogen auf Naturwissenschaft und Heikunst*. Lipsia, 1815, in 4.

G.-F. Ackermann, *Sammlung seiner wichtigsten kleinen Schriften*. Spira, 1816, in 3.

A. G. Otto (professore a Breslau), *Seltene Beobachtungen zur Anatomie, Physiologie und Pathologie*. Breslau, 1816, 1824, in 4.

G.-C. Reil (nato nel 1759, professore in Halle ed in Berlino; morto nel 1813), *Kleine Schriften*. Halle, 1817, in 8.

G. Wedemeyer, *Physiologische untersuchungen euber das Nervensystem und deren Einfluss auf den menschlichen organismus*. Anover, 1818, in 8.

F. Nasse (professore in Halle e a Bonn), *Untersuchungen zur Lebens-Naturlehre und zur Hielkunde*. Halle, 1818, in 8.

Lallemand, *Observations pathologiques propres à éclairer plusieurs points de physiologie*. Parigi, 1818, in 8.

T. de Bordeu (nato nel 1722, morto nel 1776). *Oevres complètes*. Ed. Richerand. Parigi, 1818, in 8.

B.-A. Greve, *Bruchstücke zur vergleichenden Anatomie und Physiologie*. Oldemburgo, 1818, in 8.

G.-M. de Felici, *Osservazioni filosofiche sopra le funzioni della milza, della vena porta, del fegato e dei polmoni*. Milano, 1818, in 8.

A.-P. Wilson-Philip, *An experimental inquiry into the laws of the vital functions, with some observations on the nature and treatment of internal diseases*. Londra, 1818, in 8.

F. Tiedemann e L. Gmelin, *Experiences sur les voies par lesquelles des substances passent de l'estomac et du canal intestinal dans le sang, sur les fonctions de la rate et les voies secrètes de l'urine*: trad. da Heller. Parigi, 1821, in 8. — *Recherches expérimentales chimiques et physiologiques sur la digestion*; trad. da A. L. Jourdan. Parigi, 1826, 2 vol. in 8.

G. Carson, *Physiological and practical essays*. Liverpool, 1822, in 8.

Opera che contiene alcune memorie intorno all'elasticità dei polmoni ed intorno alla vacuità delle arterie dopo la morte.

Gerdy, *Recherches, discussions et propositions d'anatomie, de physiologie et de pathologie*. Parigi, 1823, in 4.

Vi si trovano alcune memorie sull'a lingua, sul cuore, sulla circolazione del sangue e sulla voce.

Fr. Rosenthal (nato nel 1779, professore a Gripswald), *Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie, Physiologie und Pathologie*. Berlino, 1824, in 8

P.-V. Lund, *Physiologische Resultate der Vivisectionen neuerer Zeit*. Copenache, 1825, in 8.

5. *Opere periodiche intorno alla fisiologia.*

G.-C. Reil, *Archiv fuer die Physiologie*. Halle, 1796, 12 vol in 8.

G.-F. Meckel, *Deutsches Archiv fuer die Physiologie*. Halle e Berlino, 1815, 8 vol. in 8. — *Archiv fuer Anatomie und Physiologie*. Lipsia, 1826, 2 volumi in 8.

Magendie, *Journal de Physiologie expérimentale*. Parigi, 1821, 1828, 8 vol. in 8.

L. Tiedemann, G. R. e L. C. Treviranus, *Zeitschrift fuer Physiologie, oder Untersuchungen ueber die Natur des Menschen, der Thiere und der Pflanzen.*

Heidelberga e Darmstadt, 1825, 2 vol. in 4.

C.-F. Heusinger, *Zeitschrift fuer die organische Physik*. Eisenach, 1827, in 8. (1).

(1) *Oltre le opere indicate dall'autore dal 1827 finoggi altre se ne sono pubblicate in fatto di notomia e fisiologia vegetale ed animale; come pure moltissime insigni memorie e monografie si sono pubblicate da varii professori di Europa per chiarire alcuni punti nella scienza per via di esperimenti o per far conoscere novelle scoperte. Pur troppo alla lunga anderei, se volessi riferire soltanto i titoli dei lavori rispettivi nel modo stesso praticato dall'autore. Quindi mi limito ad indicare che i sigg. Dutrochet, Raspail, Dumas, Mirbel, Richerand, Medici, Hollard, Carus, Meckel, Rudolphi, Savigny, Otto, Rapp, Edwards, Hymly, Schultz, Holdgkins, Lund, Harlan, Hombeldt, Muller, Ehrenberg, Duges, Bruschet, Wagner, Martin S. Ange, Owen, ed altri hanno pubblicati altri lavori o ne hanno ristampati assai importanti in materia di notomia e fisiologia generale.*

Stimo pregio dell'opera qui rammentare che varii insigni fisiologi han decorata la terra da noi abitata, tra i quali a somma fama salirono M. A. Severino e T. Cornelio: e giova far parola del celebre Cotugno il quale fece importanti scoperte nell'organo dell'udito e diede la precisa spiegazione del modo come effettuasi la funzione dell'udire, fece conoscere il meccanismo del moto reciproco del sangue per le interne vene del capo, diede la spiegazione della maniera onde ha luogo lo starnuto ec. Antonio Sementini uomo di sommo merito circa 50 anni fa diede alla luce un eccellente trattato di fisiologia umana, in cui si ammira gran filosofia, e vi si rinvengono le più belle cognizioni relative alla scienza della vita. L'opera del celebre Poli continuata da delle Chiaje e le scoperte di Cavolini sono pur troppo pregevoli e grandemente stimate. Il trattato di fisiologia dei proff. Giuseppe Cerulli, A. Miglietta e qualche memoria di Chiaverini somministrano pruova non equivoca delle non scarse cognizioni fisiologiche dei loro autori. Tra i lavori appartenenti a scrittori viventi napoletani è degna di attenzione l'opera anatomica del prof. Antonio Grillo, nella quale, oltre le minute descrizioni delle singole parti del corpo umano, si trovano ancora importanti nozioni di fisiologia. Il prof. Costantino Dimidri, sebbene non abbia dato alla luce apposite opere anatomiche e fisiologiche, pure ha renduto importanti servigii alla scienza della vita sana colle numerose e profonde annotazioni messe alle versioni da lui fatte della fisiologia di Magendie e della notomia del celebre Meckel. Il dott. Domenico Minichini nelle sue istituzioni di fisiologia umana ha riunito quanto vi ha di proposito in detta scienza, e non ha mancato ad un tempo di corredarla di proprie riflessioni dirette a chiarire diversi punti e quistioni fisiologiche; che perciò è da riputarsi opera pregevole.

Quanto poi alla fisiologia vegetale la sola opera patria che si ha è quella del cav. Michele Tenore. La seconda edizione di questa opera sebbene sia stata fatta fin dal 1821, pure ha il suo pregio, atteso le conoscenze positive e sperimentali che vi si contengono, e soprattutto quelle proprie dell'autore. Non bisogna tacere che il lodato professore nella sua opericciuola intitolata: Cenno sulla Geografia Fisica e Botanica del regno di Napoli *pubblicata nel 1827 ha riferite molte cognizioni spettanti alla fisiologia delle piante.*

Finalmente il sig. delle Chiaje intento mai sempre ai progressi di tali scienze ha ultimamente dato alla luce la seconda edizione delle Istituzioni di Notomia comparata, *opera che dà novella pruova del genio instancabile dell'autore, oltre diverse* Memorie *lette alla nostra Accademia di Scienze concernenti nuove scoperte soprattutto intorno all'occhio umano, alle capsule* soprarenali, *all apparato elettrico delle* torpedini *ne'pesci ec. Parimente il distinto prof. Costa, il quale appo noi è il solo che istruisce colle lezioni pubbliche e private la gioventù nelle prime linee di zoologia, oltre alla* Fauna del regno di Napoli, *che sta pubblicando indefessamente volge ancora le sue ricerche nella parte notomica e fisiologica degli animali. — Il* Trad.

LIBRO PRIMO

PARAGONE TRA I CORPI VIVENTI E QUELLI SENZA VITA (1).

1. Gli oggetti acconci a percuotere i nostri sensi, la cui reciproca riunione ed azione rappresentano la natura (2), sono grandi ammassi concentrati in loro stessi

(1) *G. E. Stahl*, de organismi et mechanismi diversitate, *Halle*, 1706, in 4. — *R. Bradley*, Phylosofical account of the works of the nature. *Londra*, 1721, in 4. — *Buffon*, Comparaison des animaux, des végétaux et des minéraux, *nella sua* Histoire naturelle. *Parigi*, 1749, in 4, t. II, pag. 1. *Car. Bonnet*, Considérations sur les corps organisés, *Amsterdamm*, 1762, 2 vol. in 8. — *G B. Robinet*, Considérations phylosofiques sur la gradation naturelle des formes de l'être. *Amsterdamm*, 1768, in 8. — *Vicq d'Azir*, Exposition des caractéres qui distinguent les corps vivans, *nel suo* Discours sur l'Anatomie: *Oeuvres*, tom. IV, pag. 129. — *Delamètherie*, Considerations sur les êtres organisés. *Parigi*, anno XIII, in 8. — *A. Sniadezki*, Theorie der organischen Wesen. *Nuremberga*, 1821, in 8. — *C. G. Carus*, Von den Naturreichen, ihrem Leben und ihrer Verwandtschaft: *nella sua* Zeitschrift fuer Natur-und Heilkunde, *pubblicata dai professori dell'Accademia Cerusico-medica di Dresda*, tom. I, pag. 1. (A)

(2) *La parola* natura *è impiegata in diversi sensi. Primamente con questo vocabolo si denotano le qualità dei corpi opposte a quelle che l'arte ha fatto acquistare ad essi. Per* natura di una cosa *intendonsi del pari le loro qualità ed i loro cangiamenti di stato determinato da leggi.* Natura *indica ancora l'insieme degli oggetti che possono cadere sotto i nostri sensi, o sia l'universo, egualmente che la somma di tutte le cose particolari. La natura, nel modo che la percepiscono i sensi, ne pare un caos di corpi e di fenomeni variante all'infinito. Con questo termine denotiamo ancora l'insieme delle percezioni che facciamo per mezzo dei sensi, relativamente all'unità, all'armonia ed alla reciprocanza di azione, non che alle qualità e mutazioni delle cose e dei fenomeni di esse che necessariamente sono determinate dalle leggi, ed hanno relazione tra loro mediante i legami di una scambievole causalità. Questa conoscenza è opera dello spirito, il quale classifica i fenomeni dell'universo, investiga le relazioni di causalità di essi, e discopre la dipendenza in cui sono tra loro. Da ultimo con la parola* natura *denotasi la causa prima o suprema di tutte le cose e di tutti i fenomeni dell'universo da cui tutto muove e per la quale tutto esiste. L'idea di una causa suprema nell'universo è opera dell' intelletto, il quale vede che in natura tutto obbedisce a leggi eterne ed immutabili riconosciute conformi alla ragione. L'unità e l'armonia dell'universo, la tendenza verso uno scopo unico, discoperte nei corpi innumerevoli che la compongono, e di cui l'uomo conosce qualche frammento, pruovano che debb'esservi una sola causa prima. La ragione, che da sè stessa è costretta a riconoscere nella natura un tutto completo, causa ed effetto a sua volta di sè medesima, si figura come l'assoluto, come l'anima del mondo, come Dio ciò che nell'universo crea e conserva.*

La ragione generatrice dell'idea di Dio ha molta tendenza a deificare sè stessa, e di assimilarsi alla ragione che regna nell'universo. Ma ne pare che la ragio-

e ruotanti nello spazio dell'universo, come sono *i* corpi celesti; o pure parti e frammenti di questi astri, come sono i corpi che compongono il nostro pianeta. Noi riconosciamo l'esistenza dei primi da un effetto che parte da essi, percuote i nostri occhi, ed appellasi luce. Quella degli altri ne è disvelata da due delle loro proprietà più generali, la estensione e la impenetrabilità. Se classifichiamo questi ultimi secondo le qualità materiali, le manifestazioni di forza ed i cangiamenti che offrono nel tempo e nello spazio, li vediamo dividersi in due grandi gruppi ben distinti, i corpi inorganici, o sia senza vita, ed i corpi organizzati, o sia viventi. I primi sono i minerali, i liquidi ed i gas (1); gli altri sono le piante e gli animali (2).

2. I corpi organici, divisi in due grandi sezioni, cioè il regno vegetabile e l'animale, non si toccano nei loro estremi, talmente che le piante più complicate nella struttura confinino cogli animali più semplici, e formino il passaggio da un regno all'altro, siccome hanno ammesso

ne, anche del più profondo metafisico, è appena a quella di Dio come il vetro lucente alla chiarezza del sole.

Sebbene la ragione conduca il naturalista ad ammettere una unità dominante nella natura, e gli sforzi di essa abbiano per iscopo di attribuire le nostre conoscenze intorno alla natura ed i fenomeni che vi si osservano ad un principio primo e supremo, di cui essa servesi per ispiegarli; pure non sono riusciti i tentativi che la metafisica ha fatto sino al presente, per dare una completa conoscenza della natura mediante le sue idee al tutto razionali. Per comprendere perfettamente la natura dei fenomeni e delle loro cagioni, come ancora l'unità che vi domina, bisognerebbe poterla contemplare con l'ogni scienza e nei primi principj e nelle forze primitive di essa: allora avremmo una scienza dell'universo, una cosmologia, in cui i fenomeni particolari si dedurrebbero da un'idea razionale suprema, abbracciandoli tutti. Ma siccome la nostra facoltà di sentire e di percepire è limitata, il prudente naturalista vede che non può commettersi a volo sì ardito, ed è forzato a camminare sorreggendosi alla esperienza per andar nella scala dei fatti tant'oltre per quanto la stessa esperienza può sostenerlo. Quindi egli lascia al metafisico la soluzione di questo problema, ed occupasi solamente a stabilire una scienza sperimentale sulla natura e sui regni di essa. Le osservazioni e le esperienze gli apprestano i materiali che ei lavora con l'attività del suo spirito, dai quali egli trae i principii, e dall'insieme di questi forma una scienza razionale ed empirica ad un tempo (A).

(1) *Il fisico ancora non ha risoluto la quistione se le sostanze imponderabili, cioè la luce, il calorico, l'elettricità ed il magnetismo, sieno materie sottilissime, dotate di un'esistenza particolare, o solamente manifestazioni di attività di materie ponderabili. Forse queste sostanze, come opinano alcuni fisici, sono semplici fenomeni prodotti dalle materie ponderabili in taluni casi, come per esempio il suono* (A).

(2) *Lo stesso Bonnet, ardentissimo difensore di una scala naturale di corpi, ammette una simile differenza, poichè dice* (loc. cit. *cap.* 12, § 209) *che « se » il polipo ne offre l'anello tra il vegetale e l'animale, da un'altra banda non » discopriamo quello dal minerale al vegetale. Qui par che la natura faccia un » salto; la gradazione è per noi interrotta, perocchè l'apparente organizzazione » di alcune pietre e delle cristallizzazioni rispondono imperfettissimamente a quella » delle piante ». Non di meno alcuni naturalisti hanno rifiutato ogni idea di differenza tra i corpi organici ed inorganici. Uno tra questi è Robinet nell'opera che ho citato e nel tomo IV del suo* Traité de la nature. A.-F. Schweigger (Handbuch der Naturgeschichte der skelettlosen ungegliederten Thiere: *Lipsia,* 1820, *pag.* 26) *ammette parimenti una transizione dei corpi inorganici ai corpi organici. Egli opina che il regno animale passa al regno inorganico per mezzo dei litofici e dei nullipori, e riguarda la calce come un anello della catena che unisce questi due regni. Ma si può opporre a questa ipotesi che la calce trovata nei litofiti è sempre penetrata da una materia organica, da una massa gelatiniforme, e che la riunione di queste molecole donde nasce un ramo di coralli è prodotta dai polipi* (A).

Buffon (1), Bonnet, Sulzer ed altri. Per lo contrario i vegetabili più semplici, come i criptogami, e particolarmente le alghe, le conferve, le ulve, le tremelle ec. e gli animali più semplici, come sono gli zoofiti, gli infusori ed i polipi, più di tutti si ravvicinano tra loro, secondo le osservazioni di Linneo e di altri naturalisti. I due regni si assomigliano talmente nelle forme più semplici, che ve ne sono alcune tra queste ultime, per le quali non si può, almeno sino al presente, determinare con precisione se sono delle piante o degli animali. E però i naturalisti disputano ancora intorno alla natura delle spugne (2), delle coralline (3), degli oscillatori (4), ec. Potremmo anche esser tentati a credere che in certi casi le forme vegetabili ed animali più semplici possono passare dall'uno all'altro. Col riunirsi, le conferve si risolvono in infusori, e gl'infusori producono le conferve (5).

(1) Hist. nat, *t. II, pag.* 8. « *L'esame ne conduce ad ammettere che non v'ha* » *alcuna differenza assolutamente essenziale e generale tra gli animali ed i vegeta-* » *bili; ma la natura discende gradatamente e per impercettibili differenze da un* » *animale che ne pare il più perfetto ad un altro che lo è meno, e da questo al* » *vegetabile. Il polipo di acqua dolce sarà, se così vuolsi, l'ultimo degli animali e* » *la prima delle piante* » (A).

(2) *Le spugne sono state allogate tra gli animali da Belon, Imperati, Nuremberg, Peyssonel, Tremblay, Ellis, Solander, Linneo, Bruguière, Lamarck, Bosc, Lamouroux, Cuvier, Schweigger, Grant, ec. mentre Bauhin, Ray, Tournefort, Morrison, Seba, Forskael, Targioni-Tozzetti, Spallanzoni, Gray ed altri le riguardano come piante* (A).

(3) *Al genere* corallina *di Linneo si ravvicinano molto i pennatuli, come anche gli alimedi, i galassauri, i liagori di Lamouroux ed i flabellari e polifisi di Lamark* (A).

(4) Girod de Chantran (Recherches chimiques et microscopiques sur les conferves, bysses, tremelles, *Parigi* 1802) *risguarda le conferve, i bissi e le tremelle come polipi, mentre alcuni naturalisti li pongono tra le piante. Secondo G.-R. Treviranus* (Vermischte Schriften, *t. I, pag.* 165), *le conferve oscillatorie, per esempio la* conferma limosa, moralis *ed altre, le quali tanto si approssimano agli zoofiti per la forma ed i loro movimenti, pel colorito verde e per la proprietà di esalare del gas ossigeno al sole, ma sono al tutto di natura vegetabile, somigliano, quanto alla propagazione per mezzo della scissione, sì agli zoofiti che alle piante, ai polloni, ai germogli, ai cereali.* Bory de Saint-Vincent (Essai monographique sur les oscillaires, *Parigi*, 1827) *gli ha recentemente allogati, col nome di* psychodiaires, *in un regno a parte di corpi viventi. Il nostocco di Vaucher ed i diatomi di Fries sono del numero dei corpi organici la cui natura è ancor dubbia* (A).

(5) *E però Ingenhouss* (Miscellanea physico medica Ed. Scheres, *Vienna* 1795) *pretende aver osservato che la materia verde di Priestley formavasi da una riunione d'infusori e risolvevasi anche in infusori. Questa osservazione è stata confermata dalle osservazioni di G. R. Treviranus* (Biologie, t. II, pag. 338, 344, 340) *e di Trentepohl* (Roth's botanische Bemerkungen. Lipsia, 1807 pag. 180). *Giron de Chantran ha parimente veduto formarsi conferve ed ulve dalle aggregazioni d'infusori e disciogliersi in infusori. Bory de Saint-Vincent ha inoltre dimostrato che nella estate si risolvono molte conferve, e che i globetti percettibili nell'interno di esse divengono animaletti infusori che possono riunirsi in nuove conferve. Una simile osservazione è stata fatta da Gaillon su di una specie di conferva marina che appartiene al genere* ceramium *di Decandolle, e che Dellwyn ha descritto sotto il nome di* conferva comoïdes. *I filamenti di questa conferva si risolvono in infusori che rassomigliano agli anelidi e ad altri infusori di Muller. Ultimamente ancora Edwards ha osservato, nelle sue ricerche intorno agli infusori, che possono riunirsi per produrre forme vegetabili, ed in seguito separarsi di nuovo. Turpin gli ha fatto alcune obiezioni, ma esse non confutano le precedenti osservazioni. I movimenti di certi infusori si eseguiscono con molta lentezza, e questi corpi si collocano gli uni presso gli altri, in forma di vegetabile ed in forma di conferva. Questo produce una differenza tra gl'infusori animali, ossia cominciamenti di formazioni animali, e gl'infusori vegetabili, ossia cominciamenti di formazioni vegetali. Gli animaletti infusori*

3. La grande analogia, già conosciuta da Aristotele, che esiste tra gli animali più semplici, ossia tra gl'infimi e le piante, ha indotto molti naturalisti, Buffon, Bonnet, Pallas, Darwin, Smellié, Mirbel ed altri, a non ammettere differenza essenziale tra gli animali e le piante. G. R. Treviranus, in conseguenza di questa idea, ha considerato i criptogami e gli zoofiti come un regno intermedio tra il vegetabile e l'animale. Quantunque alcune forme più semplici dei corpi vivi si rassomiglino siffattamente che ora ne sia impossibile trovare nella loro struttura e nelle manifestazioni della vita caratteri sufficienti per decidere se sono piante o animali, non di meno non è questa una ragione che ne autorizzi a sostenere di non esservi in generale differenza tra questi due regni. Infatti quanto più ne eleviamo dalle forme semplici alle forme composte delle piante e degli animali, tanto meglio scorgiamo chiare distinzioni nella struttura e nelle manifestazioni della vita. Cominciando dai criptogami e dagli zoofiti, il regno vegetabile ed il regno animale progrediscono in senso inverso l'uno dall'altro, e passano ad alcune forme più complicate. Ai criptogami di Linneo, ossia acotiledoni di Jussieu (1), alle alghe, ai funghi, ai licheni, agli epatici ed alle borraccine, succedono le felci, le licopodici ec. Vengono in seguito le fanerogami, ed in primo luogo le monocotiledoni (2), le aroidi, le tifacee, le ciperoidi, le graminifoglie, le palmate, le asparagoidee, le gigliacee, le bromeliate, le narcisate, le tulipanate, le iridee, le balisee, le cannate, le orchidee ec. In fine vengono le dicotiledonee con le numerose suddivisioni, cioè:

I. Le apetali, ovvero a fiori incompleti, coniferi, stamignati, laurinati, euforbiati, ec.,

II. Le monopetali, labiali, convulvolacee, solanee, campanulacee, ericinee, ec.,

III. Le polipetali, ombellifere, ranunculacee, papaveracee, malvacee, leguminose, rosacee, ec.

Nel regno animale, dopo gli zoofiti, nel cui numero si collocano gl'infusori, i polipi, gli acalefi, gli entozoari e gli echinodermi, vengono i molluschi, gli animali articolati, gli anelidi, gl'insetti, gli aracnidi ed i crustacei, in fine i vertebrati, i pesci, i rettili, gli uccelli ed i mammali, ultima classe nella cui sommità trovasi l'uomo.

4. Per far comprendere i fenomeni ed i caratteri generali dei corpi organizzati ovvero viventi, li paragoneremo con i corpi inorganici o senza vita, quanto alla conformazione, alla configurazione, alla tessitura, alle manifestazioni di attività o di forza, alla loro origine ed al loro fine. Questo parallelo farà scorgere le rassomiglianze e le differenze, e deciderà se possiamo attribuire ai corpi viventi qualità particolari che appartengono loro esclusivamente.

SEZIONE PRIMA

PARALLELO TRA LA COMPOSIZIONE MATERIALE DEI CORPI ORGANICI E QUELLA DEI CORPI INORGANICI.

CAPITOLO I.

Della composizione chimica.

5. Tutti i corpi organici sono, come quasi tutti i corpi inorganici, composti di materie semplici, diversamente combinate le une con le altre, e che si possono separare mediante chimiche operazioni. Nondimeno allorchè paragonasi la composizione di questi due gruppi di corpi, si riconoscono le importanti differenze tra essi. E però i primi per la maggior parte sono mescolanze di combinazioni particolari che si avvertono a prima giunta quan-

tal volta pajono tanto simili gli uni agli altri, che non si può con certezza stabilire alcuna generica distinzione tra essi. Nitzsch ha segnalato questo fenomeno all'attenzione dei naturalisti. (Beitraege zur Infusorienkunde oder Naturgeschichte der Zerkarien and Bacillarien. *Halle*, 1817) *Secondo lui le* bacinaria pectinalis, viridis, *ed altre specie che ha descritte, procedono assolutamente come le piante, comecchè non possansi separare con alcun carattere generico dalla* bacillaria palea et fulva *che rassomiglia del tutto agli animali per i suoi movimenti, e si rannesta in modo diretto ai precedenti. (A)*

(1) *Richard le chiamava* exembryonatae; *Lamarck,* plantes agames; *Link,* homonomeae; *Decandolle,* plantes cellulaires; *Schultz,* plantae axylinae. *(A)*

(2) *Da Richard* embryonatae; *da Lamarck* phanerogames; *da Link* heteronomeae; *da Decandolle* plantes vasculaires; *da Schultz* plantae xylinae. *(A)*

do si analizzano le piante e gli animali. Nel regno vegetabile si novera l'amido, l'albumina vegetale, il glutine, la gomma, lo zucchero, ec.; nel regno animale, l'albumina animale, la fibrina, la gelatina, il mucco, ec. Queste materie dai chimici sono chiamate *principj immediati de' corpi organizzati* (1). Si può dare ad essi il nome di materie organiche o acconce a vivere, perchè sono parti costituenti ed essenziali degli esseri viventi, sicchè avvertonsi i fenomeni della vita solo in quei corpi che ne sono composti.

6. Col sottoporre di nuovo i principj immediati dei corpi organici all'analisi chimica, si ottengono i principj mediati, ovvero le materie semplici, che la chimica non può più scomporre sino al presente, e che però son chiamati elementi. I principj ponderabili mediati dei corpi organici sono:

1.° Sostanze non metalliche; ossigeno, idrogeno, carbonio, nitrogeno, fosforo, zolfo, iodio, bromo, cloro e fluore;

2.° Sostanze metalliche.

A. Metalli generatori di alcali; potassio, sodio e calcio:

B. Metalli generatori di terre; magnesio, silicio ed alluminio.

C. Metalli pesanti; ferro, manganese e rame.

Tra le sostanze imponderabili quelle che incontransi in ogni caso nei corpi organici sono la luce, il calorico e l'elettricità.

Tutti questi elementi trovansi parimente nei corpi inorganici. Quindi i corpi organici non differiscono da questi sotto l'aspetto delle loro materie elementari. Ma vi è grande differenza quanto al numero degli elementi che fanno parte delle combinazioni organiche, e quanto al modo onde sono insieme combinati.

7. Il numero degli elementi che entrano nella composizione dei corpi che racchiudono il regno organico è molto meno considerevole di quello degli elementi che esistono nell'altro regno. Gli organici, per quanto può giudicarsene dietro i dati raccolti sin oggi dalla chimica, offrono, esclusione gl'imponderabili, sol diciannove elementi che ho già enumerati (2), mentre se ne sono scoperti cinquantadue nell'altro regno. Quindi le sostanze che la chimica riguarda come semplici non entrano tutte nella composizione dei corpi organici, i quali per lo contrario ne contengono il più picciol numero. Tra gli elementi che vi si scoprono quelli che vi occupano il primo posto sono l'ossigeno, il carbonio ed il nitrogeno, in proporzioni infinitamente varie. Gli altri rispettivamente a questi sono poco abbondanti.

8. Sebbene siavi picciol numero di elementi nei corpi organici in generale, nondimeno la composizione di un corpo vivente, di una pianta o di un animale, è molto più complicata di quella di un corpo inorganico. Oltrechè quasi sempre un solo e medesimo vegetale od animale offre simultaneamente, nelle diverse parti, modi differentissimi di composizione, noi osserviamo che tutti i composti o materie organiche risultano da tre, quattro elementi o anche di più. Per lo meno vi si osservano tre elementi che sono uniti insieme in un modo immediato, senza formare preliminarmente una combinazione binaria. Il mucco vegetale, lo zucchero e l'amido sono composti di carbonio, di ossigeno e d'idrogeno. Il glutine, l'albumina, la fibrina, il mucco animale, la gelatina ec. contengono parimenti nitrogeno in maggior quantità di questi tre elementi. Le riunioni ternarie o quaternarie di queste quattro sostanze, in proporzioni che variano all'infinito, danno origine ai prodotti immediati dei corpi organizzati: lo che risulta chiaramente dalle ricerche fatte da Thénard, Gay-Lussac, Berzelius, Proust, Thomson, Bérard, Th. de Saussure, Ure ed altri.

Per lo contrario tutte le combinazioni inorganiche, come lo ha dimostrato Berzelius, debbono essere considerate come composti binarj, cioè nascenti solo dalla unione di due elementi, o come combinazioni di due composti binarj con una sostanza semplice. E però l'ossigeno produce l'acqua con l'idrogeno, gli acidi solforico, fosforico, nitrico e carbonico collo zolfo, col fosforo, col nitro, col carbone; la calce, la soda e la potassa, col calcio, col sodio o col potassio. Il cloro con l'idrogeno produce l'acido idroclorico: il nitrogeno e l'idrogeno producono l'ammoniaca. Quindi queste sono combinazioni binarie doppie.

(1) *Queste sostanze son dette elementi organici. Il* Trad.

(2) *Le opinioni dei chimici non sono uniformi quanto all'esistenza di certe altre sostanze semplici nei corpi organici. E però* Beccher *pretende aver trovato dell'oro nella cenere dei tamarindi. (A)*

In conseguenza la natura evidentemente ha dato ai corpi organici una composizione più complicata dei corpi inorganici. Kielmeyer lo aveva già osservato nei suoi corsi di zoologia generale.

9. Le combinazioni organiche possono essere ben ridotte agli elementi di esse mediante le operazioni chimiche, principalmente con l'azione del fuoco: ma i chimici non sono riusciti sino al presente a riprodurli, come essi operano per i composti inorganici (1). Lo zucchero, l'amido, la gomma, il glutine, la fibrina, l'albumina, ec. sono stati ricondotti ai principj elementari di essi, ma nessuno è ancor pervenuto a trarli nuovamente da ogni cosa. È lo stesso quanto alle parti liquide e solide de'corpi viventi. È per questo che siamo in diritto di ammettere, nello stato attuale della chimica, che la composizione dei corpi organici non è solamente l'effetto dell'affinità, ma dipende da forze proprie di questi corpi, dalle quali le affinità chimiche sono dominate.

10. Tra i corpi organici ed inorganici evvi una differenza quanto al modo di combinazione dei materiali che entrano nella loro composizione, la quale si è che i primi hanno maggior tendenza dei secondi a soffrire cangiamenti e decomposizioni. Le combinazioni dei corpi senza vita, per la maggior parte binarie o doppiamente binarie, sono più intime, più costanti, e gli elementi di essi sono uniti per affinità più energiche che nelle materie organiche, come lo ha dimostrato Chevreul. Per lo contrario le combinazioni ternarie, quaternarie ed anche più complicate del regno organico, sono meno solide ed intime; esse nascono da affinità meno forti, la qual cosa le fa parere più mobili e più variabili, perchè la saturazione vi è perfetta. Il principio comburente, cioè l'ossigeno, non vi si trova in quantità bastevole a saturare gli elementi combustibili, e ad impedire che possano cedere ad altre affinità. Ecco perchè tutte le combinazioni organiche sono combustibili. Perocchè non contengono tanto ossigeno quanto sarebbe necessario per saturare il loro idrogeno. Esse bruciano quando le si riscaldano al contatto dell'aria, ed allora assorbono tutto l'ossigeno necessario alla saturazione dell'idrogeno e del carbonio.

11. Siccome gli elementi hanno più tendenza a produrre combinazioni binarie, che a persistere nelle ternarie e quaternarie, così scorgesi nelle sostanze organiche una costante disposizione a convertirsi in composti binarj. I corpi inorganici avendo i loro elementi in una specie di equilibrio perfetto, questi stessi elementi hanno poca tendenza a combinarsi con le materie circostanti e di differente natura. Non è lo stesso quanto alle combinazioni

(1) *Alcuni chimici pretendono aver ottenuto combinazioni organiche sottoponendo i composti inorganici a diversi esperimenti; ma si può dubitare di queste asserzioni. E però* Bérard *dice* (Annales de chimie et de physique, *tom. V, pag.* 297) *aver ottenuto un po' di grasso cristallino facendo passare una misura di gas acido carbonico, dieci di gas oleogenio e venti di sale idrogeno a traverso di un tubo rosso. È probabilissimo che la sostanza analoga al grasso che lì si è trovata, era tenuta in dissoluzione nel gas oleogenio che era stato tratto dall'alcool.* — Doebereiner (*Isis*, 1817, *cap.* 5, *pag.* 516), *facendo passare del vapore acquoso sui carboni rossi in un tubo di ferro, ottenne una materia volatilizzabile solubile nell'acqua e dotata del sapore del grasso. Ma si può obiettare che il carbonio debb'essere considerato come una combinazione organica. D'altronde* Bérard *e* Trommsdorf (Neues Journal fuer Pharmacie, *tom. II, cap.* 2, *pag.* 203), *i quali hanno ripetuto l'esperienza, non hanno ottenuto lo stesso risultamento. — Noi sol conosciamo due composti organici delle specie semplice, l'acido ossalico ed ureo, e* Woehler *pel primo ha insegnato il modo come debba ricavarsi.* Puggendorf, Annales der Phisik, *t. III*, *pag.* 177). — *Se i chimici realmente sono riusciti con sostanze inorganiche a produrre qualche combinazione in cui gli elementi sieno uniti come nelle combinazioni organiche, questa ha dovuto essere del numero di quelle che sono allogate sul limite estremo tra i corpi organici e gl'inorganici.* — Berzelius (Traité de chimie, trad. da Jourdan, *t. V.*) *quanto a ciò esprimesi nel modo seguente*; « *Comecchè possa succedere che in seguito discopransi moltissimi di questi prodotti di materie puramente inorganiche, nondimeno questa incompleta imitazione si riduce sempre a pochissime cose; laonde non è da sperarsi che sia in nostro potere il fabbricare materie organiche da ogni cosa e di confermare per tal modo l'analisi con la sintesi, come noi quasi sempre pratichiamo nella natura inorganica.* » *(A)*

organiche, le quali sono più complicate e ritenute da affinità meno gagliarde, ed osservasi in esse una tendenza a distruggersi. Esse son composte in gran parte di ossigeno, di nitrogeno, d'idrogeno e di carbonio, dei quali i tre primi sono gassosi nello stato di libertà, e fanno sforzi per abbandonare la forma solida, e questa tendenza accresce ancora la tendenza esterna ed il calore proprio dei corpi viventi. La grande affinità dell'ossigeno per l'idrogeno e pel carbonio fa che esso si combini facilmente col primo, donde risulta l'acqua, e col secondo, da cui nasce l'acido carbonico. Il nitrogeno, che ha molta affinità con l'idrogeno, si unisce con esso e produce parimenti l'ammoniaca. Ma siccome il carbonio e l'idrogeno non trovano abbastanza ossigeno, nelle organiche combinazioni, per formare l'acqua e l'acido carbonico, essi hanno tendenza ad attirare quello dell'aria atmosferica Da queste particolarità dipende la facilità con cui gli animali e le piante si decompongono, e la continua tendenza degli elementi di essi a formare combinazioni binarie, e a lasciare uno stato nel quale sono rattenuti mediante le forze che operano sui corpi viventi. Questi, per l'influenza dell'aria, van soggetti a notevoli mutazioni, le quali producono che gli elementi mobili delle sostanze alimentarie introdotte e rendute fluide nel loro interno pruovino un cangiamento nelle rispettive quantità, tanto per l'effetto di una sottrazione dei materiali intromessi, che per l'assorbimento di altri principj ricavati dall'aria, lo che si denota col nome di respirazione. Le manifestazioni di attività degli stessi corpi vivi modificano continuamente le materie organiche, di cui la composizione è al sommo variabile, e le fan passare ad uno stato or più semplice or più composto, cangiando i rapporti numerici degli elementi di esse, per modo che le combinazioni vegetabili possono divenire animali e queste divenire vegetabili.

12. Fra i corpi vivi ed i corpi inerti, quanto alla composizione chimica, alla configurazione, esiste questa differenza, che i primi, quantunque si rassomiglino più nella loro composizione, non di meno offrono maggior diversità nelle loro forme. Quale immensa varietà di forme non offrono il regno animale ed il vegetabile, malgrado il numero poco considerevole di elementi che costituiscono i corpi vivi in generale! Noi osserviamo ancora che ad eguale composizione le parti di un solo e medesimo individuo organico differiscono singolarmente le une dalle altre per la configurazione. Per esempio citerò solo la diversità che i petali offrono spesso tra una stessa specie vegetabile, e quella che osservasi negli animali per la conformazione delle ossa e dei muscoli. I corpi inorganici per lo contrario si distinguono, escludendone alcune eccezioni, per una grande analogia di forma e di cristallizzazione, allorchè è identica la loro chimica composizione.

Quindi nei corpi viventi debb'esservi una forza particolare, differente dalle chimiche affinità, le quali determinano la forma dei corpi senza vita, e la cui azione produce la differenza che le forme organiche presentano a seconda della composizione. Ovvero, per esprimere più precisamente la stessa idea, la configurazione dei corpi organici non è solo l'effetto della chimica affinità, come nei corpi senza vita, ma di una forza anche speciale o pur superiore.

13. Quanto all'origine delle organiche composizioni, l'esperienza ne ammaestra che esse sono prodotte dalle sole manifestazioni di attività dei corpi vivi già esistenti. L'albumina, la gelatina, il mucco, il glutine, l'amido, la gomma, lo zucchero, ec. non si formano spontaneamente per la riunione di elementi o di composti binarj, dietro le leggi della chimica affinità, ma solo dietro le manifestazioni di attività dei corpi organici che già godono della vita. Gli esseri organizzati sono prodotti da altri ad essi simiglianti, o pur nascono dalla materia di corpi organizzati in stato di decomposizione. Il prodotto delle organiche combinazioni in questi esseri appellasi assimilazione e nutrizione, mentre si denomina generazione la procreazione degli esseri medesimi. Per lo contrario le combinazioni ed i corpi inorganici nascon sempre dalle reliquie di altri corpi più antichi, caduti nello stato di dissoluzione, ed i cui materiali, in taluni casi, si riuniscono per produrli dietro le sole leggi di attrazione chimica e meccanica.

14. Non v'hanno forme anche degli animali e vegetabili più semplici, come gl'infusori, la materia verde di Priestley, le conferve, le muffe, ec., le quali, in ciò che appellasi spontanea generazione, provengano da materie inorganiche, secondo le esperienze fatte da Needham, Priestley, Ingenhouss, Monti, Wrisberg, Mueller, G. R. Treviranus ec., ma da corpi e combinazioni organiche venute in putrefazione

ed in fermentazione. In vero G. B. Fray pretende aver veduto alcuni animaletti infusori svilupparsi nell'acqua pura. Gruithuisen dice che tra le infusioni di granito, di creta e di marmo, abbia veduto nascere una membrana gelatinosa nella quale, in capo a qualche tempo, manifestavansi alcuni movimenti e da ultimo se ne formavano infusori, monadi ed animaletti globulosi. Ma probabilissimamente i corpi sperimentati o l'acqua impiegata per l'infusione già contenevano sostanze organiche, quantunque in picciolissima quantità, perocchè altri naturalisti non hanno osservato la formazione di corpi viventi nelle semplici infusioni di corpi inorganici.

15. In tutti i corpi inorganici, e specialmente nei cristalli, dacchè i materiali di essi si sono attratti e combinati secondo le leggi dell'affinità, la chimica composizione rimane in quiete ed è appunto per questo che siffatti corpi sussistono. Non è lo stesso quanto ai corpi viventi, la cui composizione soffre continui cangiamenti. Finchè questi corpi operano a lor modo, cioè vivono, ammettono in essi nuove sostanze che assimilano e fanno entrare nella loro composizione, dalla quale caccian fuori degli altri. I materiali dei corpi vivi cangiano continuamente per mezzo dell'assimilazione degli alimenti, della respirazione, della nutrizione e della escrezione. Quindi la composizione di questi corpi non è giammai in quiete. La tendenza di essi ad assimilarsi con nuove sostanze cessa allorchè sono spente le manifestazioni di attività che appelliamo vita. Ma nello stesso tempo la loro esistenza si arresta, essi rimangono distrutti, e perdono la forma come parimenti la composizione. Quindi tra i corpi organici ed i viventi v'ha questa essenziale differenza, che la durata dei primi dipende dalla quiete che stabiliscesi nella loro composizione: mentre la esistenza e la conservazione dei secondi dipendono dal cangiamento continuo di composizione. La causa di questa differenza risiede del pari in alcune particolarità proprie dei corpi viventi, le quali cagionano nuove affinità, e debbono per questo mezzo mantenersi in azione: mentre, quando gli altri corpi senza vita sono formati, più non succede alcun cangiamento nelle relazioni di affinità prodotte da loro stessi.

16. Comechè i corpi vivi, durante la loro esistenza, sieno sottoposti a cangiamenti continui, rapidi o lenti, introducano in loro materiali tratti dall'aria, dall'acqua, dagli alimenti di svariata natura, e perdano alcune sostanze, non di meno conservano per un certo scorrere di tempo la forma e la composizione che son loro particolari. Quindi, cangiando incessantemente composizione, hanno la forza di conservare le loro qualità ed anche di resistere sino ad un certo segno alle chimiche influenze esterne (1). Per lo contrario tutti i corpi inorganici, essendo semplici prodotti di affinità devolute alle sostanze che li costituiscono, non possono reagire alle impressioni esterne che producono in essi taluni cangiamenti, e sono sottoposti alle chimiche affinità. Se, a modo di esempio, un cristallo si ponga in contatto con un acido che abbia affinità con la sua base, questa combinasi con l'acido siffattamente, che la forma e la composizione del cristallo sono cangiate e distrutte

Dobbiamo attribuire queste proprietà che hanno i corpi organici di resistere sino ad un certo segno alle azioni puramente chimiche delle cose esterne solo alle forze particolari che dominano l'affinità. E ciò nasce dal perchè, quando le loro forze vitali sono spente, le influenze esterne spiegano ancora la loro forza su di essi a seconda delle leggi delle chimiche affinità, dei cangiamenti che struggono la forma e la composizione che a loro appartengono. Dietro la morte di un corpo organizzato, vengono in campo le chimiche affinità, per modo che la forma e la composizione di esso che avevano sfidato per un secolo e più l'azione distruttiva delle cose esterne, sono disfatte in breve volgere di tempo.

17. Le chimiche operazioni, come la putrefazione e la fermentazione, che si stabiliscono dopo essere spente le forze speciali, la cui azione equilibra, durante la vita dei corpi organizzati, quella per cui l'esterne affinità chimiche tendono a distruggerli, e che cangiano ad un tempo la loro forma e composizione, sono feno-

(1) *Nondimeno essi possono anche esser distrutti quando i corpi viventi sieno esposti ad una temperatura elevatissima o bassissima, allorchè son posti in contatto con certe specie di gas, e da ultimo quando su di essi si facciano operare acidi minerali concentrati o alcali caustici. (A)*

meni di particolare natura che non osservansi nella decomposizione dei corpi inorganici. Queste sono operazioni organico-chimiche. La decomposizione che effettuasi dopo la morte è limitata nei casi ordinarii, ed i materiali organici non in tutto, ma solamente in parte entrano nel regno inorganico, poichè non sono completamente ridotti nei loro elementi, nè convertiti in combinazioni binarie.

18. Le combinazioni, ovvero le materie organiche, come l'albumina, l'amido, il glutine, la gomma, il mucco animale, la fibrina, la gelatina, ec., egualmente che i tessuti vegetabili ed animali, nella cui composizione essi entrano, hanno la proprietà, quando sieno allogati tra esterne favorevoli circostanze, nonchè esposti ad un certo grado di calore, di luce e di umidità ed in contatto con l'aria, di passare a nuove forme organiche semplici subito che sieno distaccati dalla combinazione organica di un essere qualunque. Ciò appunto succede nella fermentazione e nella putrefazione, ove il discioglimento delle organiche combinazioni produce, a seconda della composizione di questi ultimi e delle influenze esterne, ora infusori, or materia verde di *Prietsley*, or muffe. Questa proprietà onde son fornite le materie organiche di prendere nuova forma in talune circostanze, sarà denotata provvisoriamente col nome di attitudine a vivere o di plasticità. Essa si estingue allorquando queste materie sono ridotte ai loro elementi, come accade tutte le volte che il fuoco opera su di esse. E però quando le manifestazioni di attività, che chiamansi vita, spengonsi nelle materie di specie particolare pertinente ai corpi organici, ed allorchè si stabiliscono le operazioni chimiche di natura speciale, cioè la putrefazione e la fermentazione che succedono in esse dopo la morte, queste materie più non ritornano completamente nel regno inorganico: mentre le materie organiche, entrando nella composizione di questi esseri, continuano a prender forma ed a ricevere la vita.

19. Il principale risultamento dei paragoni stabiliti tra la composizione dei corpi organici ed inorganici e che han per fondamento le osservazioni e le ricerche fatte sino al presente intorno alla chimica composizione di questi corpi, si è che i primi han per base alcune materie particolari che appelliamo organiche. I cangiamenti di composizione che succedono nei corpi dotati di vita non sono puri effetti di affinità simili a quelle che osservansi nei corpi bruti o inorganici; ma sono effetti di attività e di forze di una specie particolare. Le materie inorganiche son le sole che per più tempo, in uno stato particolare di aggregazione e di forma chiamato organizzamento, offrono le manifestazioni di attività che denotiamo col nome di vita. Ora o sono accumulate in corpi attualmente vivi, e manifestasi in esse la vita, o son fuori dei corpi viventi, miste ad altre materie inorganiche, ed allora sono semplicemente atte a vivere. Queste ultime possono rientrare nella sfera dei corpi vivi e nel torrente della vita, sia come alimenti, sia in modo diretto, favorite da certe particolarità, come per esempio nella spontanea generazione. Le affinità solamente chimiche, ovvero l'azione delle semplici forze chimiche, nello stato attuale del nostro pianeta, pare che non producano veruna materia od organica combinazione, a modo di esempio, l'albumina, la gelatina, l'amido, il glutine, ec.; almeno non abbiamo fatti che sostengano l'opinione contraria. I soli corpi viventi sono in stato di far entrare materie inorganiche nelle combinazioni organiche, come ne forniscono esempj la respirazione, e soprattutto la nutrizione delle piante.

20. Se spingiamo più oltre le nostre ricerche ci si presenta a risolvere una questione, cioè come queste materie organiche, le loro diverse combinazioni ed i corpi si son formati nel nostro pianeta. La soluzione di questo problema soverchia la nostra esperienza. Se volessimo darne una, cadremmo tra le congetture e saremmo forzati a stabilire ipotesi che hanno solamente verosimiglianza, ma nessuna certezza. Noi supponiamo che i corpi organizzati sieno esistiti da principio sul nostro pianeta: oppure ammettiamo che le materie organiche ed i corpi viventi sono stati prodotti in certi casi con gli elementi e con le materie inorganiche per l'azione di cause fisiche generali; o per ultimo congetturiamo che la sostanza dei corpi vivi era primitivamente contenuta nell'acqua, come materia organica prima, con la proprietà di prendere forma organica; che essa ha prodotto corpi organici di specie semplicissima e variata a seconda delle circostanze, e che questi corpi hanno acquistato successivamente forme più complicate a segno che, essendo in essi comparsi gli organici generatori e le manifestazioni di attività, furono

dotati della facoltà di conservarsi durevolmente, come specie a parte, per mezzo della generazione.

21. La geologia elevasi contro la prima ipotesi, cioè che i corpi viventi abbiano esistito sul nostro pianeta sin dal primo tempo della creazione di esso. I fossili trovansi solamente nella crosta esterna, cioè negli strati superficiali della terra, val quanto dire in quelli più recentemente formati, e non ve n'ha punto nei terreni primitivi. In conseguenza fuvvi un tempo in cui nessun essere esisteva sul globo (1). Tuttavia, nella ipotesi che ammettessimo questa supposizione, lasceremmo intatta la quistione sul modo onde siensi formati gli esseri viventi, perocchè nulla possiam dire che riguardi gli elementi primitivi del nostro pianeta e dei corpi che lo costituiscono. Poco importa, circa questo problema, che parteggiassimo pel *vulcanismo* o pel *nettunismo*, poichè i geologi non possono spiegare, nè l'origine del fuoco, nè quella dell'acqua, ed il biologista è molto meno in stato di emettere alcun'opinione intorno a quella dei corpi viventi.

22. Le difficoltà che elevansi contro la seconda ipotesi, cioè che la produzione delle materie organiche e dei corpi vivi dipenda dall'azione delle forze fisiche generali, nascono dal perchè manchiamo assolutamente di fatti dietro i quali potessimo conchiudere per analogia che le materie organiche ed i corpi viventi abbiano facoltà di produrre materie inorganiche, atteso che nulla di ciò si è osservato, almeno sino al presente. Ma anche appartandoci da questo, i corpi viventi non possono produrre con sostanze inorganiche la maggior parte de'materiali che entrano nella loro composizione: epperò han bisogno della materia di altri corpi organici che introducansi in essi. Le piante in gran parte alimentansi cogli avanzi dei vegetabili e degli animali morti: gli animali egualmente conservano la loro esistenza per mezzo di vegetabili ed anche di altri animali.

23. La ipotesi più probabile è la terza, cioè che la sostanza dei corpi organici esisteva primitivamente nell'acqua, come materia di specie particolare e dotata di facoltà plastica, val quanto dire della virtù di acquistare poco a poco diverse forme semplici di corpi viventi col concorso delle influenze generali della luce, del calorico, forse anche dell'elettricità, ec., e di passare in seguito da queste forme semplici ad altre più complicate, che variano in ragione delle modificazioni sopravvenute nelle influenze esterne, finchè da ultimo ciascuna specie acquista durata per la produzione e le manifestazioni di attività degli organi genitali. Comecchè neppur possasi risolvere coll'esperienza la quistione donde provenisse l'acqua e la materia organica che vi si trova contenuta, nondimeno questa ipotesi meglio si concilia coi fatti di cui la geologia da poco tempo ha fatto tesoro. Ed in vero non trovansi corpi organizzati che appartengano a quello che appellasi modo primitivo nei terreni che i geologi moderni considerano come prodotti del fuoco o del vulcanismo. Se ne osservano solamente negli strati superiori della terra, in quelli di ultima formazione, e nei terreni che evidentemente sonosi precipitati tra le acque. Gli animali acquatici hanno esistito prima de'terrestri. Un argomento favorevole all'ipotesi secondo la quale il regno organico poco a poco si è sviluppato ed elevato da forme semplici ad altre più complicate, risulta dal trovarsi alcuni avanzi di corpi organizzati, pertinenti a specie semplicissime, nei terreni secondarii più antichi; mentre gli strati più recenti della terra contengono avanzi di corpi viventi più composti. I terreni che stanno immediatamente sulle rocche primitive offrono reliquie di coralli, di animali raggiati e di conchiglie. Solamente appresso questi trovansi alcuni avanzi di animali vertebrati viventi nell'acqua, pesci, rettili e cetacei. Negli strati profondi della terra trovansi ossa di animali ovipari, mentre negli strati superficiali si rinvengono mammali vivipari. Noi osserviamo la stessa progressione nell'organica complicanza dei vegetabili, i cui avanzi sono rinchiusi nei differenti strati della terra. Le prime tracce vegetali che incontransi nei profondi strati sono impressioni di piante dicotiledonee, precisamente felciose. Vengono

(1) *Questa conseguenza pare che contradica il senso letterale della S. Scrittura. Ma bisogna conoscere che gli espositori non sono tutti d'accordo nell'interpetrare tali testimonianze. Anzi vi sono alcuni che ammettono un tempo notabile tra la creazione dei diversi esseri, prendendo i giorni della Genesi per tante epoche. Il* Trad.

poscia gli avanzi di monocotiledonee, di graminacee arboree, di palme. ec., ed in fine di conifere ed altre dicotiledonee.

Non si sono ancora trovati fossili pertinenti alle scimie ed all'uomo, la cui organizzazione è giunta al più alto segno di complicazione e di sviluppamento. Quindi possiamo ritenere con molta verosimiglianza che le scimie e l'uomo sono i più recenti creati del nostro pianeta.

24. Un'altra particolarità favorevole all'ipotesi dello sviluppamento graduato dei corpi organici, dalle forme più semplici sino alle più complicate, si è, che tutti questi corpi, sì vegetabili che animali, sembrano anche al presente sotto una forma semplice al tempo della generazione, o quando escono dal germe, ed acquistano poco a poco la forma più complicata particolare a ciascuna specie. Incominciare da una maniera semplice, da questa elevarsi ad una più composta, ecco il carattere generale di tutto ciò che ha vita, tanto negl'individui, quanto in tutto il regno organico considerato in massa.

25. Queste ragioni, congiunte a quelle che dopo la estinzione della vita degli individui i materiali dei corpi organizzati riduconsi alle forme organiche più semplici, mediante l'effetto di ciò che chiamasi generazione spontanea, ne pone nella necessità di ammettere una materia organica primitiva sparsa sulla superficie, ovvero crosta, e le acque del nostro pianeta, sulla cui prima origine n'è impossibile dir cosa di certo egualmente che sulla stessa terra. Questa materia organica, con le diverse modificazioni organiche, considerata come materia di specie particolare, or mostrasi attiva e vivente negl'individui delle specie vegetabili ed animali attualmente esistenti, sotto condizioni e tra fenomeni che appresso esporremo, ora rimane solamente acconcia a goder della vita, e dotata della facoltà di rivestire in certi casi forme organiche semplicissime, allorchè viene strappata dalla composizione de'corpi viventi.

Molti naturalisti e specialmente Buffon (1) e Needham, hanno già ammesso una materia particolare nei corpi viventi. G. B. Treviranus da queste ricerche conchiude:

1. Che in una natura esiste una materia che opera incessantemente, per cui tutti gli esseri vivi, dal bisso sino alla palma, dall'animaletto infusorio sino al mostro marino, godono della vita, e che, sebbene immutabile nella sua essenza nondimeno è variabile nella sua forma, la quale cambia continuamente;

2. Che questa materia in sè stessa è priva di forma, ma non per tanto accomodata a prender quella della vita; che essa conserva una forma determinata sotto l'influenza di cause esterne; che vi persevera finchè queste cause esterne continuano ad operare, e ne prende un'altra allorchè nuove cause influiscano su di essa;

3. Che la materia idonea a vivere e il principio vitale esistono reciprocamente l'uno per l'altro, e che la morte è il passaggio di certe forme di questa materia in altre.

CAPITOLO II.

Della configurazione e della aggregazione.

26. Vi sono corpi, come i solidi, che riempiono lo spazio in un modo durevole ed uniforme; mentre altri, come i liquidi, variano nella maniera come lo riempiono. Questi ultimi, come l'aria e l'acqua, sono veicoli che contengono i corpi solidi. I corpi organici hanno nello stesso tempo una forma regolare che i minerali offrono solamente nello stato di cristallizzazione. Paragonando queste due specie di corpi sotto l'aspetto della loro configurazione, siamo obbligati di restringerci, per i minerali, a quelli che sono dotati di una forma regolare.

27. Tutti i corpi organici, anche le piante e gli animali, hanno una forma più o meno rotonda ed ovale o ramosa ed articolata, e sono terminati da linee curve ovvero ondate, come anche da superficie convesse o concave (2). I corpi

(1) Hist. nat. *t. II, pag.* 420. « *Esiste una materia organica atta a vivere, universalmente sparsa in tutte le sostanze animali o vegetabili che serve del pari alla loro nutrizione, sviluppamento e riproduzione* ». *(A)*

(2) *Molti principj organici immediati fanno eccezione a questa regola, perocchè dopo essere stati estratti dai corpi viventi, ovvero segregati da essi, cristallizzano in differenti maniere. La colesterina, l'acido urico, lo zucchero di latte, sono in questo caso tra quelli che provengono dal regno animale. Molte sostanze ve-*

inorganici al contrario, allorchè hanno una forma regolare, come i cristalli, sono terminati da superficie piane e da linee rette, dalla cui congiunzione in certe inclinazioni nascono le reste e gli angoli. Lo che è stato bastevolmente dimostrato da Romé de l'Isle, da Bergmann, ed in particolare da Haüy, da Bronchant de Villiers e da altri. Conoscesi che i cristalli offrono una grande diversità di forme semplici e complicate, come per esempio cubi, esaedri, rombi, prismi, colonne, ec. (1): ma comunque svariate sieno le loro forme, si può nondimeno, dietro le relazioni delle parti di essi, ridurle a certe forme primitive ed a certi sistemi di cristallizzazione. Epperò questi corpi, come benissimo lo ha osservato Kielmeyer, rappresentano in qualche modo l'effetto di una geometria elementare, mentre la natura si è servita di una sublime geometria nel procedere alla formazione dei corpi viventi. Può dirsi del pari, lo che riesce lo stesso, che le forme dei corpi organici sono più complicate di quelle dei corpi inorganici.

28. Il regno organico offre un'abbondanza ed una diversità di forme in più grande quantità che nei corpi privi di vita. Le migliaia di specie vegetabili ed animali, che offrono tante varietà nella configurazione, sono bastevoli a dimostrarlo. Dietro i computi fatti per Humboldt da qualche anno conosconsi presso a cinquantasei mila specie di piante, e cinquantuno mila settecento di animali: ma dopo questa epoca si è ancora scoperto gran numero di vegetabili e di nuovi animali.

29. Se paragoniamo i corpi vivi ai minerali, quanto all'aggregazione di essi, osserviamo che, secondo l'espressioni di G. R. Treviranus, i corpi organici distinguonsi e per la regolarità e per la eterogeneità delle parti, mentre gli altri sono forniti solamente del primo carattere e mancano del secondo. Tutti i corpi viventi, vegetabili ed animali, sono composti di parti eterogenee. Essi contengono sempre parti solide e liquide, ciò che Humboldt considerava come un carattere essenziale per essi. Inoltre noi osserviamo in tutti, eccettuati i più semplici, un gran numero di parti eterogenee: nelle piante vediamo foglie, radici, fiori; negli animali muscoli, nervi, ossa e visceri di più specie. Queste parti, regolarmente accomodate e distribuite, sono anch'esse composte di parti più semplici, come i tessuti. Per lo contrario i corpi inorganici non risultano da un insieme di parti eterogenee, o se tal volta presentano questo carattere, le parti semplicemente son mescolate le une con le altre. In generale i cristalli sono composti di parti solide omogenee (2).

30. Dacchè i corpi organici sono composti di solidi e di liquidi, ne risulta conseguentemente che han poca consistenza ed asprezza. Tutti sono molli e flessibili o in tutte o nel massimo numero delle loro parti. In vero questa qualità varia molto, tanto nei vegetabili che negli animali, e non solo nelle differenti

getabili, come lo zucchero, diversi acidi, come il sinapico puro, il benzoico ed altri, ma specialmente le basi salificabili vegetali, come la morfina, la narcotina, la stricnina, la brucina, la chinina: ec. da ultimo le sotto-resine cristallizzanti. Nondimeno le forme di questi ultimi secondo Bonastre *sono per la maggior parte del tempo globolose o raggianti, come le stelle e le rosette.* (Sur la forme cristalline de plusieurs sous-résines, *negli* Annales de la société Linnéenne de Paris, *novembre* 1827, *pag.* 549. *(A)*

(1) *Allorchè turbasi l'azione della cristallizzazione o le molecole si precipitano di botto, cangiasi la forma geometrica regolare, e sovente produconsi forme rotonde; ma queste, dietro la giusta osservazione di* Hauy, *indicano difetto di perfezione nel regno minerale. (A)*

(2) *Non si possono recare come obiezioni le gocce di acqua che talvolta rinvengonsi nei cristalli, perchè esse vi sono per puro accidente. È però* Brewster (Transactions of the royal society of Edinburgh, *t. X. pag.* 1.) *ha trovato dei liquidi senza colore e trasparenti in alcuni topazi, nel crisoberillo, nel quarzo di Quebec, nell'amatista, ec. Ordinariamente questi liquidi riempivano solo in parte le cavità dei cristalli e contenevano pure una bolla di aria, che disnariva con l'azione del fuoco. Talvolta nel liquido eranvi ancora dei piccoli cristalli. — Non potrebbesi nemmeno opporre l'acqua di cristallizzazione, perchè è combinata intimamente con la materia stessa dei cristalli, e non è distribuita nelle specie particolari, come lo sono gli umori dei corpi viventi. (A)*

specie dei corpi viventi, ma anche nelle diverse parti di ciascun individuo. In generale osserviamo che le parti più importanti di questi corpi, cioè quelle che servono viepiù al compimento delle loro funzioni speciali di attività, son quelle che han meno consistenza e solidità, come per esempio la barba delle radici, i vasi succhiosi, l'alburno, le foglie ed i fiori nelle piante; i nervi, il cervello, i muscoli, i vasi destinati alla digestione ed alla respirazione, al moto degli umori ed alle diverse secrezioni negli animali. La consistenza varia pure in ragione dell' età. Quanto a ciò può stabilirsi in massima che negli animali e nei vegetabili essa è minore in proporzione che questi corpi sono più prossimi al loro nascimento, o ai periodi del loro sviluppo e del loro accrescimento, mentre aumentasi, insieme alla durezza, a misura che si avanzano verso il loro fine.

I corpi inorganici per lo contrario, i quali sol compongonsi di parti solide, sono notevoli per la grande durezza. In essi non scorgesi che alcune parti differiscano quanto alla consistenza, nè la loro durezza varia in ragione della durata dell'esistenza.

31. Altro risultamento della mescolanza di liquidi e solidi che fanno parte nella composizione de'corpi vivi e del loro stato di mollezza, è la facilità onde patiscono cangiamenti nelle loro reazioni di struttura, ossia onde essi si muovono. Queste due particolarità rendono la loro composizione chimica più facile ad essere attaccata dall'esterne influenze, come per esempio dal calorico e dall'aria, che operano principalmente sulle loro parti liquide. I minerali che son composti di solidi e che son forniti di durezza non offrono cangiamenti nelle scambievoli relazioni delle loro parti, cioè punto non si muovono, e van meno soggetti a variare nella loro composizione mediante l' azione delle influenze esterne, ed in particolar modo del calorico e dell' aria.

32. Non solo tutti i corpi organici risultano da un insieme di parti solide e liquide, ma questa specie di costituzione è anche indispensabilmente necessaria alla loro esistenza e conservazione, poichè è la reazione dei solidi e dei liquidi che determina e sostiene le manifestazioni di attività o di vita (1). Se togliesi il succo ad una pianta, essa muore; se sottraesi ad un animale la massa degli umori, e si vuotino i suoi vasi del sangue che vi si contiene, in esso spegnesi la vita. Distruggansi le parti solide con un mezzo meccanico o chimico, e cesseranno del pari le manifestazioni della vita. In conseguenza i solidi ed i liquidi dei corpi vivi sono in una continua reciprocanza di azione indispensabilmente necessaria al sostegno della vita.

33. Un'altra cagione anche di necessaria ed essenziale relazione esistente nei corpi organici tra le parti liquide e le solide si è che queste nascon sempre da quelle. Ogni animale nasce da un liquido, in mezzo del quale esso si forma; e sono anche i liquidi che continuamente forniscono i materiali della nutrizione dei solidi. Questi ultimi hanno attitudine ad esercitare le loro manifestazioni di attività, finchè sien nutriti. Qualunque sostanza penetri ne'corpi organici come alimento deve esser liquida o per lo meno acconcia a divenirlo. I solidi stessi risolvonsi anche in liquidi. Da ultimo tutte le materie che sono eliminate dai corpi viventi durante la vita sono più o meno liquide. Ma la costituzione di questi liquidi dipende a sua volta dalle manifestazioni di attività dei solidi, perocchè questi ultimi sono la principale sorgente delle qualità che li distinguono.

34. Nemmeno è difficile convincersi che le parti le quali entrano nella composizione dei corpi organici sono di una natura diversa da quella che costituiscono i minerali, esaminandogli esattamente per mezzo di un microscopio. Questo strumento fa vedere, tanto nei liquidi che nei solidi dei vegetabili e degli animali,

(1) *Alcuni vegetabili ed animali, anche della specie più semplice, per esempio delle borracine, degl'infusorj, dei raggiati* (vorticella rotatoria), *i vibrioni* (vibrio anguilla), *ec. sopravvivono durante qualche tempo alla perdita dei loro liquidi; si può disseccarli per modo che non dieno più alcun segno di vita, ed allorchè in seguito si umettino, manifestansi in essi i fenomeni della vita, come lo dimostrano l'esperienze di* Needham (Nouvelles découvertes faites avec le microscope. *Leida*, 1744) Baker (Employement for the microscope. *Londra*, 1764), Spallanzani (Osservazioni sopra gli animali che è in balia dell'osservatore il farli tornare da morte a vita: negli Opuscoli di fisica, *t.* 2, *pag.* 181) *e* Fontana. (Sul veleno della vipera, t. I.) *(A)*

corpicelli globolosi od ovali, talvolta schiacciati. Gli animali più semplici, cioè gli infusorii, i polipi, ed anche le piante più semplici come le conferve, le tremelle, i funghi polverosi, i bissi, ec. sono composti di globetti, siccome rilevasi dalle osservazioni di Trembley, Schaeffer, Cavolini ed altri. Da Leeuwenhoek, Hewson, e recentemente ancora da Home, Prevost e Dumas si son trovati globetti nella maggior parte degli umori animali, nel sangue, nel chilo, nella saliva, nel succo pancreatico, nel grasso, nello sperma e nel latte. Rafn, G. R. e L. C. Treviranus, ec., ne hanno anche trovati nei succhi particolari delle piante, specialmente di quelle che sono latticinose. Nelle cellette dei vegetabili osservansi globetti di diversa natura. Tali son quelli di amido che trovansi nei cotiledoni; l'albume dei grani cereali e le radici turbercolose; i globetti resinosi di clorofilla nel parenchima delle foglie, ed i globetti colorati nelle cellette dei fiori. Simiglianti globetti nel tessuto cellulare, nelle membrane sierose e muccose, nel cervello e nei nervi, nei muscoli, nei tendini e nelle diverse glandule degli animali sono stati osservati da Leeuwenhoek, Hooke, Swammerdam, Della Torre, Prochaska, Fontana, ec., e negli ultimi tempi anche da Barba, Home, G. R. Treviranus, Milne Edwards, Dutrochet, Prevost e Dumas, Hodgkins e Lister. Da ultimo se ne osservano anche negli embrioni di piante e di animali che si formano, come lo han dimostrato Swammerdam (1), C. F. Wolf, G. R. Treviranus, Sprengel, L. C. Treviranus, Link, Rudolphi, G. F. Meckel ed anche molti altri.

35. Questi globetti o corpiccinoli proprii dei corpi organici, e che non si trovano nei minerali, debbono essere considerati come le ultime molecole organiche dotate di una forma distinta che si possa vedere in essi. Le materie organiche in generale par che in certi casi abbiano la proprietà di prendere la forma di globetti. Ciò osservasi principalmente quando passano dallo stato liquido al solido. G. R. Treviranus, durante la coagulazione del bianco d'uovo, ha veduto formarsi alcuni globetti che non aveva osservati nell'albume liquido. Prevost e Dumas hanno osservato lo stesso fenomeno sull' albumina che avevano fatto coagulare, ponendola sotto l'azione del polo positivo della pila galvanica. Ed anche corpiccinoli globolosi appariscono quando formansi gl'infusorii dalle materie organiche decomposte.

36. Questi globetti organici elementari, dei quali il volume, il colore e le altre qualità offrono tante differenze nei liquidi e nei solidi delle piante e degli animali, formano la base dei diversi tessuti, la cui presenza distingue i corpi viventi dai minerali, nei quali non osservasi cosa alcuna che si potesse ad essi paragonare. I tessuti animali risultano dalle diverse maniere onde questi globetti son disposti. Essi son disposti a lungo ed a traverso nei tessuti fibrosi dei nervi, dei muscoli e dei tendini. Son distesi a modo di laminetta nel tessuto cellulare e nelle principali membrane composte di questo tessuto, nelle sierose, nelle sinoviali e mucose, ed anche nei pori dei vasi. Si trovano diversamente riuniti in massa negli organi glandulari, nel fegato, nei reni, nelle glandule salivari, nel pancreas e nei testicoli.

37. La riunione dei tessuti, in certe combinazioni, disposizioni e forme estremamente varie, danno luogo alle parti che esercitano funzioni diverse nei corpi organici, durante la loro esistenza, e che denotiamo col nome di organi per l'esercizio delle diverse manifestazioni della vita. Non osservansi parti di questa natura nei corpi inorganici.

38. Da ultimo i corpi organici, almeno i più complicati, hanno la superficie fornita di un inviluppo che li termina, e che circondano le diverse parti liquide e solide, gli organi, i tessuti e le continuazioni dei tessuti, partecipando della composizione di essi. Questo inviluppo è chiamato pelle negli animali ed anche nelle piante (2). Le aperture più o meno grandi onde è fornita fa che i corpi viventi assorbano o espellano alcune sostanze nel mondo esterno. Ciò non osservasi nei minerali. Le particelle che li costituiscono sono scoperte, e nulla li separa dai mezzi che li circondano.

39. Tutte le parti che trovansi nei corpi organici, e che son costituiti me-

(1) Biblia naturae, *pag.* 817. — *Egli ha veduto alcuni globetti sulle gazzole di ranocchio. (A)*

(2) *Qui intendesi l'autore parlare della corteccia che è analoga alla pelle. Il* Trad.

diante l'unione di esse, rimangono unite per mezzo dei legnami di una stessa causalità. Esse, quanto alla origine ed alla formazione, dipendono le une dalle altre. Questa proposizione non deriva solamente da ciò che di sopra si è detto rispettivamente alla relazione de'liquidi coi solidi, ma anche dal modo onde formansi i corpi organici tra le materie che li producono. La radicetta che esce dalla sementa germogliata di una pianta determina l'accrescimento del fusto, il quale dipoi nel modo stesso fa nascere le foglie ed i fiori. Le parti che appariscono le prime sono causa della manifestazione di quelle che nascono più tardi. Epperò negli embrioni degli animali più complicati si formano in primo luogo i due apparecchi più estesi, il sistema nervoso e quello dei vasi sanguigni, e dalla formazione di questi dipende quella di tutti gli altri.

Siffatta relazione di causa ed effetto non si ravvisa tra le parti, la cui aggregazione produce i minerali. Quando formasi un cristallo in mezzo ad un liquido, le particelle che lo costituiscono si uniscono le une alle altre mercè le sole leggi di affinità e di coesione, senza che quelle le quali son le prime ad accoppiarsi esercitino un'azione determinante sulla formazione e disposizione delle altre, come accade nella formazione dei corpi organici.

40. Le parti solide e liquide prodotte e formate una volta, restano per tutta la loro durata in uno stato continuo di dipendenza e reciprocanza di azione, cioè comportansi le une rispettivamente alle altre come causa ed effetto, o, per adoperare le parole di Kant, come mezzo e scopo. I liquidi contenuti negli spazii determinati di diversa specie e sparsi tra i solidi si combinano con questi e passano dallo stato liquido al solido. Oltrechè i liquidi operano sugli organi e li determinano a produrre manifestazioni di attività, mentre del pari gli organi reagiscono sui liquidi, li mantengono in moto e modificano le loro proprietà. Tutte le parti di una pianta o di un animale contribuiscono, con le manifestazioni di attività, alla conservazione dell'individuo, al pieno esercizio delle sue facoltà, ed anche in modo mediato al mantenimento della specie. La durata dei vegetabili, tolte alcune eccezioni, delle quali in appresso si parlerà, dipende dalla radice, dallo stipite e dalle foglie che vi contribuiscono con le loro speciali funzioni. Queste parti ed i fiori, ovvero organi genitali che esse producono, assicurano la durata della specie. Succede lo stesso quanto agli animali. Gli organi della digestione, dell'assorbimento, della respirazione, della circolazione e della secrezione ne fan certi che le funzioni di questi contribuiscono parimenti alla conservazione degli altri organi e di loro medesimi, mediante lo stesso fatto delle loro manifestazioni di attività, la loro propria conservazione e quella dell'apparato nervoso degli organi, dei sensi e dell'apparecchio locomotore. Le parti genitali, le cui funzioni ed esistenza dipendono dagli altri apparecchi dell'individuo, non reagiscono su di essi come causa, nè son punto necessarie alla conservazione dell'individuo, ma assicurano quella della specie mediante le loro manifestazioni di attività. Quindi tutte le parti che entrano nella composizione di un corpo organico, con i loro attributi e manifestazioni di attività, sono in una scambievole dipendenza tra esse, e costituiscono un insieme perfetto, per modo, che l'attività particolare appartenente all' individuo ed alla specie trovasi per questo mezzo conservata.

Le particelle omogenee che costituiscono un cristallo, e che sono unite mediante la forza di coesione, non hanno questa reciprocanza di azione delle une verso delle altre, siccome lo ha dimostrato Bichat. Esse, relativamente alle loro qualità, non operano qual agente conservatore, come succede alle parti di un corpo organico.

41. Siccome le diverse parti solide e liquide che esistono in un corpo organico sono in un'intima relazione tra di esse, e la loro durata ha per condizione la reciprocanza di azione delle parti che le costituiscono, il maggior numero de'corpi viventi, specialmente quelli che sono composti, resistono alla disgregazione che li priva dell'esistenza e dell'attività loro propria. I corpi organici quindi sono, in tutto il rigore dell'espressione, individui e corpi che non possono esser divisi, poichè la divisione annichila in essi la vita.

In vero esistono molti corpi organici che possono dividersi sino ad un certo grado, senza che questa operazione leda la loro esistenza. Di siffatta natura sono molte piante, soprattutto le vivaci, e fra gli animali i polipi, taluni raggiati ed i vermi. Questa particolarità non distrugge ciò che si è detto, cioè che l'indivisibilità sia una qualità dei corpi viventi. Da una

banda molte piante, a guisa dei polipi, rappresentano una riunione o collezione su di un solo tronco di molti organismi più piccioli che possono continuare dopo che sonosi distaccati dal loro stipite. Da un'altra banda tutte le loro parti offrono una uniformità di organismo e di azione, ed una tale indipendenza, che ciascuna di esse può sussistere isolatamente e produrre o rigenerare con la loro propria attività le parti necessarie alla perfezione della specie. Il carattere dell'individualità nei corpi organici scorgesi maggiormente quanto la loro struttura è più complicata, e più varie sono le manifestazioni di attività. Per lo contrario quanto meno differenza offrono le parti che entrano nella loro composizione e meno variano nelle loro azioni, o quanto più si rassomigliano, tanto meno scorgesi il carattere dell' indivisibilità, e più è debole la connessione delle parti in un organismo unico; perocchè le parti omogenee serbano maggiormente in se medesime le condizioni della loro esistenza ed hanno una dipendenza tra loro.

Quanto ai corpi inorganici essi non sono individui, poichè risultano da un insieme di particelle omogenee le quali non hanno alcuna relazione di produzione e di conservamento tra di esse, come le diverse parti dei corpi organici. I corpi inorganici quindi possono sussistere dopo essere stati divisi in pezzi. Ciascun pezzo di un cristallo che si è rotto sussiste nello stesso modo che quando era unito agli altri (1). I corpi inorganici non possono, egualmente che molti corpi viventi semplici che dividonsi senza ledere l'esistenza, riprodurre o rigenerare per propria virtù le parti che ad essi si son tolte.

42. Se noi, quanto alla forma ed alla composizione, risguardiamo ai cangiamenti che provano durante la loro esistenza, alla loro durata, al lor modo di nascere e alle loro relazioni con le influenze esterne, discopriamo parimenti considerevoli differenze tra quei che sono organizzati e quei che non lo sono.

La forma e l'aggregazione di tutti i corpi viventi varia, durante l'esistenza, ad epoche determinate che hanno in esse la loro base. Tutti i vegetabili e gli animali nascono sotto una forma semplicissima, e nel tempo del loro nascimento sono composti nell'interno da un picciol numero di parti che hanno una semplice configurazione. Poco a poco, in proporzione che aumentasi il loro volume, si rendon più complicate la forma e l'aggregazione. Tutti percorrono alcuni periodi di sviluppamento. Inoltre osserviamo che la maggior parte tra essi provano gradatamente, col progredire l'età, un abbassamento nella loro forma, ed alcuni cangiamenti nella composizione dei loro liquidi e dei loro solidi.

I cristalli non offrono nella forma ed aggregazione cangiamenti che possano considerarsi come conseguenze di uno sviluppamento o di periodi di età, e non ne patiscono alcuno la cui cagione sia in loro medesimi e si riferisca alla loro durata.

43. Ogni corpo organico, sì piante che animali, ha, quanto alla configurazione ed aggregazione, una certa durata che varia molto secondo i generi, le specie e gli individui: ma che intanto dipende principalmente dalle circostanze inerenti a sè stesso. La durata della forma e dell'aggregazione dei corpi inorganici, come dei cristalli, non è ristretta ad un periodo determinato: quando esse si distruggono, è principalmente per effetto di circostanze esterne.

44. La produzione di nuove forme organiche di una specie è il risultamento delle manifestazioni di attività di forme già esistenti. Queste manifestazioni di attività, che appellansi generazione, non sono effetto delle chimiche affinità e della coesione, ma di una forza particolare appartenente ai corpi organici, i quali mo-

(1) *Questo è ciò che* Richerand *ha perfettamente espresso in questi termini:* « *Tutte le parti di un corpo vivente, tanto vegetabile che animale, tendono e concorrono ad uno scopo comune, cioè la conservazione dell'individuo e della specie; ciascuno dei loro organi, comecchè dotato di una particolare azione, opera per aggiugnere questo scopo; e da questa serie di azioni concorrenti ed armoniche risulta la vita generale, ovvero la vita propriamente detta. Per lo contrario ciascuna parte di una massa bruta o inorganica è indipendente dalle altre parti, cui essa è unita sol per la forza o affinità di aggregazione: allorchè n'è separata, esiste con tutte le sue proprietà caratteristiche, e differisce dalla massa cui ha cessato di appartenere solamente pel volume.* » (A)

stransi con modificazioni speciali nelle diverse specie di corpi viventi, si propaga o si spande nel prodotto durante l'atto generatore, e ne dirige la forma e l'aggregazione in tal modo, che sol si formano e produconsi esseri della stessa specie.

Per lo contrario la produzione di nuove forme cristalline suppone il distruggimento, l'annientamento e la dissoluzione in un liquido di cristalli già esistenti. Queste nuove forme, che sonosi sviluppate dietro le semplici leggi dell'affinità e della coesione, mediante i materiali dell'antica disciolti in un liquido, possono essere differentissime. Infatti le ricerche di Mitscherlich hanno ammaestrato che un corpo composto degli stessi principii e nelle medesime proporzioni può acquistare forme diverse. La forma cristallina quindi punto non dipende dalla natura degli atomi, ma sibbene dal loro numero e dal loro modo di aggregazione. Alcuni atomi nella medesima quantità producono una stessa forma cristallina quando sien riuniti nella stessa maniera.

45. La forma e l'aggregazione dei corpi organici possono sussistere e godere di una certa durata per una reciprocanza di azione con le cose esterne, e soprattutto con quella di un cangiamento continuo che succede nella loro sostanza materiale. Tutti i corpi organici traggono intorno ad essi ed attirano i principii costituenti l'aria, l'acqua, gli alimenti, che essi fanno entrare nella loro composizione e nella loro forma. Nello stesso tempo eliminano differenti materie della loro composizione e della loro forma. E persistono nella forma ed aggregazione che ad essi è propria per quanto dura questa permutazione e questo rinnovellamento di materiali.

Per lo contrario la sussistenza e durata della forma ed aggregazione dei corpi inorganici, come i cristalli, fa presumere che la composizione di essi è in uno stato di quiete assoluta, e che non vi succede alcun cangiamento. Se cagioni esterne, che hanno la più grande affinità con i loro materiali, operino su di essi, vi si combinano secondo le leggi dell'affinità, e da ciò risulta l'annientamento della loro forma ed aggregazione. Quindi una rinnovazione di materia, che assolutamente è necessaria perchè sussistano i corpi organizzati, esercita una forza distruggitrice sui corpi inorganici.

46. Quindi dal parallelo istituito tra la forma ed aggregazione dei corpi organizzati e quelle degl'inorganici, nascono essenziali differenze. Tutti i corpi organici hanno una forma regolare terminata da linee ondeggianti e da non piane superficie. Tutti nascono da un insieme di parti eterogenee, liquide e solide, che hanno una specie particolare di disposizione e di distribuzione, e son legate insieme in modo da produrre un tutto armonico, cioè riunite per reciprocanza di azione necessaria pel conservamento dell'individuo. La forma e l'aggregazione esercitano uno scambievole potere, sicchè la distruzione dell'una trae seco quella dell'altra. Tutti i corpi organici conservano la loro forma ed aggregazione in virtù di una interna attività sotto l'influenza di azioni esterne, e tra i continui cangiamenti nella loro sostanza materiale o nella loro composizione. Essi sviluppansi gli uni dagli altri, si producono da loro stessi, si formano e si conservano mediante la propria attività, son soggetti a regolari cangiamenti, e godono di una certa durata.

Epperò questi corpi costituiscono degli esseri particolari, le cui diverse parti, insieme alle loro differenti qualità, hanno tale aggregazione e configurazione, che posson produrre, ed in effetti producono, unità, armonia, concorso di azione ad uno scopo comune, cioè la conservazione dell'individuo e della specie. Essi relativamente, sono più perfetti dei corpi inorganici (1). La più grande perfezione relativa

(1) *La perfezione assoluta appartiene a qualunque essere, poichè ciascuno è ciò che dev'essere, secondo le leggi della natura. Ma i diversi gruppi di esseri offrono differenze quanto alla perfezione relativa.* Bonnet (Contemplat. de la nature, *t. II, cap.* 2), *intorno a ciò esprimesi esattissimamente ed in questo modo:* « *Tutti* « *gli esseri son perfetti considerati in sè stessi, tutti rispondono ad un fine. Le de-* « *terminazioni e le qualità proprie a ciascuno di essi sono i mezzi relativi a que-* « *sto fine. Se queste determinazioni cangiassero, non sarebbero più in relazione col* « *fine, e non vi sarebbe più saviezza. Ma ad un fine più nobile rispondono mezzi* « *più considerevoli. L'essere il quale dee adempiere questo fine ha sortito convene-* « *voli facoltà. Gli esseri, considerati sotto questo aspetto, ne offrono differenti gra-* « *di di perfezione relativa. La quantità di questa perfezione è nelle relazioni che*

esprimesi pel numero più considerevole delle diverse parti e materie che entrano nella loro composizione, del pari che per la più intima connessione e la più precisa reciprocanza di azione esistenti tra tutte queste parti e materie, per modo che non puossi disconoscere una concorrenza tendente ad uno scopo e ad un' unità di scopo.

47. Se fermassimo la quistione su che è fondata nei corpi organici la proprietà di offrire siffatta disposizione, combinazione e reciprocanza di azione alle parti onde essi si compongono, non potremmo fare altra risposta se non che deesi cercarla nella loro stessa sostanza materiale e nella materia organica. Tutti gli organismi per quel che puossene giudicare dietro l'osservazione, provengono da materie organiche, le quali offronsi a noi come acconce ad essere organizzate. Ora formansi dalla materia di un individuo organico già putrefatto, come osservasi nel caso di spontanea generazione, in cui gli organismi che sviluppansi variano in ragione delle influenze esterne cui son sottoposte le materie organiche. Ora dagli organismi o tessuti organici formansi in un modo determinato e con una forma egualmente determinata, tra le materie organiche liquide prodotte dalle manifestazioni di organismi già esistenti, come osservasi nella generazione propriamente detta, e negli atti di sviluppamento, di formazione e di nutrizione. Ciascuna specie di animale e di vegetabile offre una organizzazione che l'è propria, e possiede la facoltà di conservarsi, malgrado il carattere perituro ed il rinnovamento continuo degl'individui. Se cercasi discoprire donde provenga questa qualità delle specie animali e vegetabili, ne perdiamo tra le oscurità. Sappiamo tanto sull'origine dei primi individui di una specie animale o vegetabile, quanto su quella delle materie organiche sulla superficie del nostro pianeta. Provvisoriamente denomineremo forza plastica o di organizzazione la facoltà o forza che hanno le materie organizzate di prendere in certi casi forma ed aggregazioni organiche, e la risguarderemo come una qualità propria di queste materie, per modo che considereremo l'aggregazione prodotta dalla sola attrazione meccanica o chimica, come una qualità particolare della materia inorganica.

SEZIONE SECONDA.

PARALLELO TRA LE MANIFESTAZIONI DI ATTIVITA' DEI CORPI ORGANICI E QUELLE DEGLI INORGANICI.

CAPITOLO I.

Delle manifestazioni di attività comuni ai corpi organici ed inorganici e delle modificazioni di esse nei primi.

48. Le manifestazioni di attività nei corpi inorganici possono ridursi alla repulsione ed all'attrazione. La prima manifestasi per mezzo della impenetrabilità e della estensione; la seconda per l'attrazione meccanica, pel peso, per la coesione, per l'adesione e per la chimica affinità. I fisici col nome di attrazione e di repulsione denotano le cause inerenti ai corpi da cui dipendono questi fenomeni. Eglino han trovato gran quantità di leggi secondo le quali queste forze operano, senza averne potuto discoprire la cagione fondamentale.

49. Nei corpi vivi osservansi fenomeni ovvero manifestazioni di attività somiglianti. Essi son tutti estesi e pesanti; in tutti esercitasi la coesione e l'adesione, e vi si osserva parimenti l'effetto delle chimiche affinità. Ma questi fenomeni, sebbene sieno risultamenti delle forze fisiche generali, sono modificati dalle manifestazioni di attività, proprie dei corpi organici, le quali appellansi vita, e dalle forze di una specie particolare, cioè le forze organiche. Tutte le proprietà fisiche e chimiche delle piante e degli animali, la maniera onde riempiono lo spazio, la loro estensione, la coesione, le affinità chimiche che in essi si sviluppano, dipendono più o meno dalle forze organiche da cui sono animati. Ciò è dimostrato dal fatto che le piante e gli animali son prodotti da

« ciascun essere sostiene col tutto. Quindi l'essere che rispettivamente al tutto con- « serva relazioni più svariate, più moltiplici, più feconde, possiede una perfezione « più rimarchevole. » Noi valutiamo la perfezione relativa di un corpo organico per la moltiplicità, diversità e sviluppamento delle parti di esso. Allorchè vediamo grande diversità nella conformazione organica, osserviamo costantemente una grande varietà e combinazione nelle manifestazioni della vita. (A)

altri corpi vivi della stessa specie, e che tutte le loro qualità, la forma, le variazioni di gravità, di adesione e di coesione, la forma e la composizione delle loro parti, da ultimo il modo della loro propria attività, sono determinate dalle forze organiche dei corpi che le procreano. Non conoscesi corpo vivente che sia nato per l'azione di forze al tutto fisiche o chimiche. Quindi tutte le qualità dei corpi organici debbono essere considerate come effetti della vita. Quelli stessi fenomeni osservabili in essi e comuni ai corpi inorganici, ricevono alcune modificazioni dalla loro speciale attività, e debbono considerarsi come subordinate alle forze organiche.

50. Il peso dei diversi corpi viventi dipende dalla loro vita, e varia secondo i periodi dell'età, lo stato delle funzioni nutritive, le diverse influenze sì esterne che interne, le quali modificano le manifestazioni di attività di queste funzioni. La gravità specifica di tutte le loro parti solide e liquide è soggetta del pari a continui cangiamenti durante la loro esistenza. I liquidi contenuti nei diversi spazii, nelle cavità, ovvero vasi delle piante e degli animali, non sono distribuiti solamente secondo la legge della gravità: sovente muovonsi in senso inverso della loro gravità, e il modo con cui muovonsi e sono distribuiti dipende dalle loro manifestazioni di vita.

51. Il grado di coesione, di adesione e di consistenza dei corpi organici, di tutte le loro parti liquide e solide, variano estremamente secondo la durata della loro esistenza e a seconda delle manifestazioni di attività. Le piante e gli animali hanno poca coesione e consistenza nel primo tempo della loro esistenza. Queste proprietà van crescendo in essi proporzionatamente allo sviluppo, e per lo più giungono al *maximum* nell'età avanzata. Varie influenze che modificano le loro manifestazioni di vita, come il calorico, la luce, l'aria, l'acqua e gli alimenti, producono varietà nella loro coesione. Anche questa cangia per la loro interna attività, come vedesi particolarmente nella contrazione dei muscoli. È lo stesso quanto alle chimiche affinità che rinvengonsi nei corpi viventi. La composizione di questi corpi, sì nell'insieme come nelle diverse parti, debbono, con tutti i cangiamenti che succedono durante l'esistenza dei corpi organici, esser considerate come effetti della vita (1).

Il calorico nemmeno si dispande nei corpi viventi nello stesso modo e dietro le stesse leggi che nei corpi senza vita. La maggior parte degli animali conserva la temperatura che ad essi è propria, quantunque quella dei mezzi che li circonda sia differente.

52. Anche quando nei corpi organici è spenta la vita, noi dobbiamo considerare le qualità che possiedono ancora dalla morte sino alla dissoluzione completa dell'organizzazione, essendo risultamenti delle forze organiche la cui azione si è in essi sviluppata. Bichat, oltre le forze della vita, ammetteva nei corpi organici alcune qualità particolari, tra cui egli annumerava la estensibilità, la contrattilità e l'elasticità dei tessuti, che riguardava come inerenti alla loro tessitura ed alla disposizione delle molecole onde sono composti. Le stimava indipendenti dalla vita, perchè esse sussistono dopo la morte, e sono annientate sol dopo che sia cominciata la putrefazione e la distruzione degli organi. Soggiungeva che la vita accresceva la loro energia, ma non ne era cagione. Queste proprietà del pari sono effetti delle forze che la vita aveva poste in opèra, perocchè i tessuti che ne son forniti sono stati prodotti durante e per mezzo di essa. Le qualità che sono ad essi inerenti, anche dopo la morte, risultano dalla loro composizione e dalla loro tessitura, le quali sono state prodotte mediante le manifestazioni della vita. Quando le chimiche affinità dominano i corpi morti, durante la fermentazione e la

(1) *Anche* Berzelius, *nel suo* Traité de chimie, trad. da Jourdan, *ha riconosciuto ciò quando ha detto: « Gli elementi, nei corpi vivi, pare che obbediscano a leggi diverse da quelle onde operano nei corpi morti o senza vita. In conseguenza « i prodotti della loro azione reciproca sono di specie diverse da quella dei corpi « che non hanno vita. La cagione di questa differenza sino al presente si è sottratta alle nostre ricerche, e noi l'attribuiamo ad una forza di natura particolare « che solo appartiene ai corpi viventi, cioè la forza vitale. Se qualche cosa è allogata in tutto al di fuori degli elementi inorganici, ciò non è una delle loro qualità originarie, come la gravità, l'impenetrabilità, la polarità elettrica, ec. ma « ignoriamo ciò ch'è, come nasce, o come finisce. »* (A)

putrefazione, queste proprietà dei tessuti anche spariscono, e sono distrutte come ultime reliquie degli effetti della vita.

53. Da ciò nasce che le qualità dei corpi organici, tanto quelle che osservansi durante la vita, che quelle le quali ancor esistono dopo la morte, debbano essere considerate come effetti e risultamenti di forze speciali, che lì solo esercitano la loro azione. Tutti i fenomeni di questi corpi, anche quelli delle forze fisiche generali, sono prodotti o modificati dalla vita e da queste forze. Reil quindi diceva ragionevolmente che nulla v'ha di morto in un organo vivo, nemmeno l'elasticità, e che tutto in esso è modificato da ciò che chiamiamo vita. Le manifestazioni vitali, per quanto conosciamo, non possono spiegarsi con le leggi generali della fisica (1). Dietro le ricerche fatte sino al presente, nè la forza di repulsione, nè quella di attrazione, di unità alle loro modificazioni sono bastevoli a spiegare la vita. Questo errore è stato commesso dai fisiologi e dai medici delle scuole jatromeccaniche e jatro-chimiche. In tutti i tempi lo hanno riconosciuto e si sono fatti a combatterlo. Forse la difficoltà di spiegare le manifestazioni di attività dei corpi viventi mediante le leggi delle altre forze della natura dipende dalla conoscenza imperfetta che generalmente si ha dei fenomeni naturali; ma sino a tanto che non si pervenga a rendersene ragione in questo modo, abbiamo diritto di attribuirli provvisoriamente a forze di una specie particolare.

CAPITOLO II.

Delle manifestazioni di attività proprie dei corpi organici ed inorganici.

54. Tutti i corpi organici, o piante od animali, sono in uno stato continuo di attività, ed incessantemente sottoposti a cangiamenti. Questo è il fenomeno più generale che osservasi in essi. Se lo sottoponiamo ad analisi, conosceremo esservi del continuo certe manifestazioni di attività e certi cangiamenti che durano per tutta l'esistenza di ciascun corpo organico, certi altri che succedono una sola volta, nè più si osservano, e moltissimi in fine che si manifestano solo in certe epoche.

55. Tra le manifestazioni di attività che continuamente osservansi in ciascun individuo organico allogasi la nutrizione, ovvero la facoltà onde gode questo individuo di mantenersi da sè stesso nello stato di chimica composizione, di organizzazione e di attività che ad esso son proprie. Se ricercasi mediante quali atti si conservano gl'individui, si rinverrà essere i seguenti:

1. Prendimento dall'esterno di materiali liquidi o solidi che servono di alimenti, il quale eseguesi per assorbimento o per modi particolari;

2. Assorbimento di sostanze gassose nei mezzi che li circondano, espulsione di certi loro materiali sotto la stessa forma, ovvero respirazione;

3. Trasmutazione degli alimenti o dei corpi gassosi assorbiti in una massa simile a quella dei loro proprii umori, ovvero assimilazione;

4. Movimento degli umori a traverso gli spazii delle parti solide;

5. Trasmutamento degli umori in solidi, o combinazione di questi umori con le parti solide e conservazione delle proprietà di queste; ovvero nutrizione propriamente detta;

6. Da ultimo preparazione di liquidi particolari mediante i loro umori, ovvero secrezione.

Queste sono le operazioni che osservan-

(1) Buffon (Histoire nat., *t. II, pag.* 50) *dice:* « *Confesso di opinare diversamente da questi filosofi; parmi che ammettendo un certo numero di principj* « *meccanici eglino non han compreso quanto restringano la filosofia, e non si sono* « *accorti che per un fenomeno che vi si potrebbe riferire, ve n'erano mille che se* « *ne appartavano. L'idea di spiegare tutti i fenomeni coi principj meccanici è cer-* « *to grande e bella; questo passo è il più ardito che possasi fare in filosofia, e* « Descartes *lo ha fatto; ma questa idea è solo un progetto . . . . Il difetto della* « *filosofia di* Aristotile *era l'impiegare come cagioni tutti gli effetti particolari; e* « *il difetto di quella di* Descartes *è di non volere impiegare come cagioni che un* « *picciol numero di effetti generali, escludendo tutto il resto. Parmi che la filosofia* « *senza difetti sarebbe quella ove s'impiegassero per cagioni gli effetti generali, ed* « *ove si cercasse parimente di aumentarne il numero, procurando di generalizzare* « *gli effetti particolari.* » *(A)*

si più o meno distintamente, ed in grado più o meno proporzionato, in tutti i corpi viventi, cioè piante ed animali, e che denotansi col nome di funzioni nutritive. Per mezzo di esse questi corpi conservano durante un certo tempo le proprietà devolute alla specie onde fanno parte. La nutrizione propriamente detta, che è condizione della durata di essi, esercitasi senza interruzione in tutti, sebbene questo succeda in debolissimo grado. Le altre manifestazioni di attività che concorrono alla conservazione dell'individuo pruovano frequentemente interruzioni più o meno lunghe, come accade, tra gli altri, a molte piante ed animali durante l'*ibernazione*. In generale gl'intervalli che osservansi, nei diversi gruppi di corpi viventi, sono tanto più rari e corti, quanto l'organizzazione di questi corpi è più complicata, e quanto le loro manifestazioni di attività sono maggiormente intense.

56. Le materie che i corpi viventi cacciano fuori di essi per compiere la loro nutrizione sono principii che costituiscono l'aria, l'acqua, e certe materie organiche or semplici or composte. Le sostanze organiche sono particolarmente chiamate alimenti. I corpi vivi servono di alimento a loro stessi, cioè divoransi scambievolmente: oppure nutrisconsi di escrezioni organiche: o finalmente sussistono con materie provenienti dalla decomposizione e dissoluzione di corpi morti. In conseguenza il composto delle particolari combinazioni, che costituisce la sostanza materiale dei corpi organici e che già abbiamo denotato col nome di materia organica, è la sorgente principale da cui i corpi vivi traggono i materiali della loro nutrizione (1). Queste combinazioni organiche che passano da un corpo vivente negli altri hanno in loro stesse le qualità necessarie per poter riprendere la forma organica e ricomparire alla vita con le manifestazioni di attività dei corpi vivi. Gli alimenti sono materiali atti a vivere, i quali del continuo cangiano di forma per mezzo dell' azione dei corpi viventi.

Per i corpi inorganici ovvero senza vita non v'ha alimenti; finchè durano non succede in essi alcuna mutazione o rinnovellamento di materiali.

57. L' introduzione degli alimenti è compiuta per alcune manifestazioni particolari di attività dei corpi viventi. La più generale di queste manifestazioni che osservasi e negli animali e nei vegetabili è l'assorbimento. Le piante assorbono i loro materiali alimentarii sotto forma liquida, e la maggior parte di esse per mezzo di organi speciali, cioè le radici. Negli animali l'alimentazione operasi anche in primo luogo con l'assorbimento, fino a tanto che sono rinchiusi nell'uovo; ma, dopo la sortita dalle membrane dell'uovo, la bocca diviene l'apertura principale pel cui mezzo l'animale introduce gli alimenti sotto forma liquida o solida, ed allora l'attrazione delle parti nutritive succede solo all'interno, nel sacco alimentare. Ma l'introduzione delle sostanze alimentari nella bocca è compiuta per una serie di speciali movimenti intorno a cui ne faremo a ragionare più appresso.

Nessun minerale pel proprio conservamento riceve in sè materie che vi s'introducessero per assorbimento o per moto.

58. Gli alimenti che le piante e gli animali introducono entro di loro per assorbimento, ed inoltre gli animali anche per la bocca, non passano di botto nella massa dei solidi e senza prima provare dei cangiamenti. Avanti di combinarsi con gli organismi, nella cui composizione debbono entrare, e di partecipare delle loro qualità vitali, essi acquistano a certi intervalli le qualità spettanti ai liquidi, ovvero succhi formatori di questi stessi organismi. La tramutazione degli alimenti nella massa propria dei corpi vivi è conosciuta sotto il nome di assimilazione.

Molti fatti sono a favore dell'assimilazione delle materie alimentari assorbite per mezzo delle radici o per altri organi delle piante. Conoscesi che le piante di natura differentissima quanto alla formazione ed alla composizione germogliano,

(1) Buffon (Hist. natur, *t. II, pag.* 306) *dice con molta verità. « La materia che serve alla nutrizione ed alla riproduzione degli animali e dei vegetabili è la stessa; è una sostanza produttiva ed universale, composta di molecole organiche sempre esistenti, sempre attive, la cui riunione produce i corpi organizzati. La natura lavora sempre sul medesimo materiale, e questo materiale è inesauribile; ma i mezzi che adopra per renderlo produttore sono assai differenti.* » (A)

crescono e producono combinazioni particolari nello stesso terreno e sotto l'influenza degli stessi materiali nutritivi. Veggonsi parimenti rami di piante che hanno varia natura coprirsi di foglie, fiori e frutti che ad essi son proprii dopo innestati sopra un medesimo tronco, sebbene essi si alimentino al pari di quest'ultimo col liquido nutritore succiato mediante le sue radici. Da ciò nasce che il grossolano liquido del piantone ha bisogno di essere assimilato mediante le speciali manifestazioni di attività dell'innesto alla massa di quest'ultimo pria di potersi combinare con le sue parti solide e partecipare delle sue qualità. Ciascuna specie di piante prepara con le sostanze alimentari un liquido nutritivo proprio e dotato di qualità specifiche, il quale è in istato di prendere la natura delle sue parti solide.

Gli alimenti degli animali hanno parimenti la natura di potere immediatamente passare nelle loro parti solide e mostrarsi dotati della loro organizzazione e delle manifestazioni di attività. Essi han bisogno di patire diverse elaborazioni e di convertirsi in liquido propriamente detto, per godere di questa proprietà. D'altronde gli animali più dissimili tolgono spesso i medesimi alimenti; la qual cosa non impedisce a ciascuno di conservare l'organizzazione e la composizione che li son proprie, e di esercitare particolari manifestazioni di attività.

59. L'assimilazione degli alimenti compiesi per due vie. Da una parte per mezzo dei liquidi che i corpi organici aggiungono agli alimenti negli spazii ove essi li rinviano, e per l'influenza dei quali modificano le proprietà possedute da queste sostanze, ravvicinandoli maggiormente a quelle che ad esse son proprie. Da un'altra banda essa risulta ancora dal perchè gli alimenti mescolati coi succhi che vi sono stati aggiunti sono esposti all'azione dell'aria atmosferica, della quale assorbono una parte ed in cui esalano certi materiali. Il primo atto chiamasi assimilazione per le proprie vie: il secondo assimilazione per la respirazione. Queste due operazioni sono speciali manifestazioni di attività che i soli corpi viventi possono esercitare, e mancano del tutto ai corpi privi di vita.

60. Tra i corpi organici della specie più semplice che sono unicamente composti di tessuto cellulare o di mucco, come i criptogami e certi altri privi di apertura *boccale*, l'assimilazione degli alimenti per le prime vie si fa immediatamente in questo stesso tessuto o mucco il quale gli ha introdotti in sè sotto forma liquida per via dell'assorbimento. Nei corpi vivi più composti per lo contrario esistono alcuni spazi particolari in cui vanno gli alimenti, ed ove sono assimilati. Questi spazii nelle piante sono i dutti succhiosi che provengono dalle radici; negli animali sono una cavità a figura di sacco, ovvero canale alimentare, digestivo o intestinale in cui si accumulano gli alimenti, ed ove succede la loro assimilazione mediante l'addizione di umori segregati.

I corpi inorganici non contengono sì fatte cavità, le quali si riempiono di materie assorbite al di fuori, e si convertono poco a poco in una sostanza che ha la stessa composizione di essi.

61. Tutti i corpi organici, cioè piante ed animali, sono in reciprocanza di azione con i mezzi ove vivono. Essi assorbono o immediatamente nell'atmosfera o nell'aria mista con l'acqua alcuni materiali che si combinano con la massa degli umori; ma da un'altra banda restituiscono a questi stessi mezzi certi materiali dei loro liquidi. A questo cangiamento di materie aeriformi o vaporose dassi il nome di respirazione. Nei vegetabili ed animali di specie più semplice, come i criptogami, i polipi, le meduse, ec. non esistono organi speciali per la respirazione, la quale operasi mediante l'intera loro superficie. Per lo contrario quelli la cui organizzazione è più complicata non solo respirano mediante la crosta con che nell'esterno son terminati, ma sono anche provveduti di organi particolari a questa funzione. Osservansi i polmoni, ovvero trachee aeree negli animali che respirano l'aria, e delle branchie o trachee acquarie in quelli che respirano l'acqua. Mediante la respirazione il liquido nutritivo preparato con le materie alimentarie nelle prime vie acquista le qualità necessarie per passare, come succo formatore o nutritivo, nella massa delle parti solide, combinarsi con queste parti, ricevere il loro modo di organica aggregazione, e partecipare delle vitali manifestazioni di attività. La respirazione è un'operazione organica dalla cui continuità dipende l'esistenza dei corpi viventi, poichè senza essa non possono nutrirsi, nè produrre le loro manifestazioni di attività.

La reciprocanza d'azione coi mezzi che li circondano non è necessaria alla conservazione dei corpi inorganici, ed in essi non succede tramutazione di materiali ae-

reiformi che sieno una condizione della loro esistenza. Quindi dobbiamo considerare la respirazione come manifestazione di attività che appartiene esclusivamente ai corpi organici.

62. Perchè gli alimenti introdotti dall' esterno nei diversi spazii e canali dei corpi organici, indi convertiti in liquido nutritivo mediante gli atti dell' assimilazione, potessero passare nelle parti solide e servire alla loro nutrizione, è mestieri che sieno condotti a queste parti, e si distribuiscano nel corpo. Epperò la nutrizione suppone movimenti nei liquidi nutritivi. Nelle piante i liquidi assorbiti ed assimilati sono in movimento: il succo grossolano assorbito dalle radici ascende lungo lo stipite nei vasi particolari, ed in questo modo sale sino alle foglie, ove, per l'influenza dell'aria atmosferica, convertesi in succo nutritivo o formatore propriamente detto. Alcuni vasi particolari riprendono questo succo dalle foglie e lo distribuiscono a tutte le parti della pianta.

Negli animali gli alimenti pervenuti nel sacco alimentare o nel canale dell'intestino, mediante una serie di movimenti particolari, sono mossi dalle contrazioni e dilatazioni alternative delle pareti di questo sacco. Or questi alimenti, o sieno liquidi per loro natura, o sien divenuti tali per la permanenza in questo canale, mediante gli umori che si mescolano con essi, dopo aver sofferto un'assimilazione per parte di questi umori, sono assorbiti; e nella maggior parte degli animali, come nei mammiferi, negli uccelli, nei rettili, nei pesci, nei crustacei, negli aragnei, negli insetti, nei molluschi, negli anelidi, nei raggiati, essi passano in vasi di una specie particolare. Questi vasi che si ramificano nel corpo dell'animale comunicano con tutte le parti del suo corpo. I loro tronchi e ramificazioni sono siffattamente uniti insieme, che il liquido in essi contenuto può spandersi da uno negli altri. Il congiungimento dei diversi tronchi è operato, nel maggior numero degli animali, da un muscolo cavo, del continuo agitato da un moto alternativo di contrazione ed espansione, il quale chiamasi cuore.

Il liquido preparato con gli alimenti e che riempie il sistema vascolare, ovvero il sangue, è in uno stato di continuo movimento. Da una parte esso sorte dal cuore o dai grossi tronchi per mezzo di vasi particolari, cioè le arterie, che si ramificano nel corpo; dall'altra banda vi ritorna per mezzo di vasi che partono dalle estremità delle arterie, si uniscono poco a poco in tronchi più voluminosi, e portano il nome di vene. Il liquido contenuto nel sistema vascolare è continuamente sottoposto all'influenza dell'aria atmosferica in una porzione di questo stesso sistema che si distribuisce agli organi respiratorii, mentre quello che trovasi nella porzione del sistema vascolare, le cui ramificazioni si spandono negli altri organi, serve alla nutrizione di questi ultimi, e fornisce a molti di essi i materiali di umori particolari da essi segregati. Tra gli animali di una struttura semplice, come i polipi, gli entozoi ed alcuni altri, in cui non ancora si è potuto discoprire alcun sistema vascolare pel movimento degli umori, il liquido nutritivo assimilato scorre dal canale alimentare nel parenchima stesso del corpo con cui si combina.

Epperò, in tutti i corpi organici, osservansi movimenti di liquidi in certi spazii particolari e in direzioni determinate da cui dipende il mantenimento della loro esistenza, perchè sono una condizione degli atti della nutrizione. Movimenti di siffatta natura non sono stati sin ora osservati in alcun corpo inorganico. È per questo che dobbiamo considerarli come una manifestazione di attività appartenente in modo particolare ai corpi vivi, come un fenomeno vitale.

64. Un'altra manifestazione di attività che del pari appartiene ai corpi organici, cioè vegetabili ed animali, è il passaggio del liquido nutritivo nelle parti solide, da cui prende la composizione, l'organizzazione e le proprietà vitali. Nelle piante, precisamente in quelle di una natura complicata, come le monocotiledoni e le dicotiledoni, il succo formatore coagulabile, che è stato preparato nelle foglie col succo nutritivo grossolano, è ripreso dai vasi particolari, distribuito da essi nel corpo, ed impiegato alla nutrizione ed all'accrescimento delle parti solide. Negli animali che sono forniti di organi speciali pel movimento degli umori, il liquido nutritivo preparato con gli alimenti e convertito in sangue mediante la respirazione, è condotto in tutti gli organi mediante i vasi. Ciascun organo si appropria alcuni materiali del sangue, che esso fa entrare per la propria attività nel cerchio della sua composizione ed aggregazione: dietro di che esso manifesta le stesse proprietà vitali che gli organi i quali sono in comunicazione con esso

Negli animali che non hanno circolazione di sangue, il liquido nutritivo passa immediatamente dal sacco alimentare nella loro sostanza, ovvero vi è depositato da certi prolungamenti vasculiformi di questo sacco. Alcuni materiali dell'aria misti con l'acqua penetrano la superficie molle degli animali, e paion combinarsi col liquido nutritivo, il quale in seguito identificasi col loro parenchima.

Questa manifestazione di attività che appartiene a tutti i corpi viventi chiamasi nutrizione. Essa non osservasi nei corpi inorganici. Dacchè le materie inorganiche sottoposte alla chimica affinità trovansi in circostanze favorevoli alla cristallizzazione, si attirano scambievolmente secondo le leggi dell'attrazione, e si formano i cristalli. Allorchè la cristallizzazione è terminata, tutto rimane in quiete, nè più osservansi manifestazioni di attività che possan paragonarsi alla nutrizione dei corpi viventi (1).

64. I corpi organici segregano sotto forma vaporosa o liquida alcuni materiali della massa dei loro umori, dei quali alcuni sono espulsi, come materie escretorie, nei mezzi, cioè l'acqua o l'aria, in cui vivono, mentre altri servono all'assimilazione degli alimenti intromessi o alla generazione. I vegetabili traspirano mediante le loro foglie, e la maggior parte esala dai fiori materie odoranti. In tutti la materia destinata a formare il germe è segregata sotto forma liquida, e nel maggior numero si opera anche la secrezione del corpuscolo che è necessario alla fecondazione del germe. Gli animali espellono materia da molte diverse vie, precisamente dalla pelle, dagli organi respiratorii, dal canale alimentare e dalle vie orinarie. In tutti quelli che sono provveduti di un canale intestinale, la faccia interna di questo apparecchio segrega un liquido, cioè il succo gastrico, che opera come dissolvente e come mezzo di assimilazione sugli alimenti. Tra i liquidi che determinano l'assimilazione di questi ultimi allogansi anche, negli animali complicati, la saliva, la bile, il succo pancreatico ed il liquido intestinale. Nello stesso modo parimenti, in tutti gli animali, la materia da cui dee formarsi un nuovo essere della stessa specie è segregata dal succo alimentare assimilato. Da ultimo nella maggior parte alcuni organi particolari segregano un liquido destinato a formare il liquido generatore racchiuso nell'uovo; questo è lo sperma.

Anche la secrezione è una manifestazione di attività, la quale appartiene particolarmente ai corpi vivi. Nulla di questo osservasi nei corpi inorganici. Se alcuni dei materiali di essi si distaccano, ciò è sempre l'effetto di una chimica scomposizione prodotta da circostanze esterne, e che arrecano la distruzione della loro forma.

65. Le manifestazioni di attività onde si è ragionato, cioè l'intromissione delle materie alimentarie, l'assorbimento, l'assimilazione, la respirazione, il moto del succo nutritivo, la nutrizione e la secrezione, sono dipendenti le une dalle altre ovvero si raffrenano scambievolmente. L'assorbimento domina l'assimilazione, cioè s'impossessa degli alimenti assimilati; l'assimilazione opera lo stesso modo quanto alla nutrizione, perchè prepara le materie a fine di renderle acconce a nutrire ed a formare gli organi; il moto del liquido nutritivo è una condizione per le opere del nutrimento, poichè conduce alle parti solide la materia che dee nutrirle: la nutrizione, a sua volta, domina del pari l'assimilazione ed il moto del succo nutritivo, perocchè essa mantiene le parti che debbono compiere queste manifestazioni di attività nello stato che le rende idonee ad esercitare le loro funzioni. La secrezione suppone l'assorbimento, l'assimilazione, il moto del succo nutritivo e la nutrizione. Essa stessa segue una condizione necessaria per queste diverse manifestazioni di attività, perocchè, preparando i liquidi che aggiungonsi agli alimenti, determina l'assimilazione di questi ultimi, ed eliminando le materie escrementizie, mantiene il liquido nutritore nello stato in cui debb'essere per poter servire alla nutrizione degli organi che debbono compiere l'assorbimento, l'assimilazione ed il moto del succo nutritivo. In breve, tutte le manifestazioni di attività che operano per la conservazione dei corpi organici dipendono le une dal-

(1) Blumenbach *dice parlando della nutrizione* (Instit. physiolog. *ed.* 4, *pag.* 383). « Est autem nutritio summum naturae privilegium, et omnium et singulorum in utroque regno corporum organicorum communis et princeps praerogativa, qua machinas et automata humana artificio confecta, primo statim intuitu mirum quantum longissime superant, ec. » (A)

le altre e si dominano simultaneamente.

66. Finchè i corpi organici esercitano la funzione della nutrizione e si mantengono per questo mezzo nello stato di composizione, di configurazione, di organizzazione e di attività, che è propria ad essi, malgrado il contrasto delle influenze esterne, la cui azione tende a struggerli; finchè resistono alle leggi della chimica affinità, e conservano ed assicurano la loro durata con la propria attività, noi diciamo che essi vivono (1). Ma subito che queste manifestazioni di attività si estinguono, le materie che costituiscono i corpi organici ricadono sotto le leggi della chimica affinità e sotto l'influenza degli oggetti esterni, come il calorico, la luce e l'acqua; esse non serbano più la stessa combinazione, ne assumono delle altre, e quindi disparisce la composizione, il configuramento e la disposizione. Per conseguenza la più generale manifestazione dei corpi viventi è la conservazione di loro stessi mediante la propria attività, tra i cangiamenti più o meno rapidi ed il continuo rinnovellamento della sostanza materiale (2)

I corpi inorganici non sono sottoposti a continui cangiamenti e ad un rinnovamento non interrotto di sostanza, simili a quelli che osservansi nei corpi viventi, e nelle operazioni del loro nutrimento. Anzi essi si trovano in uno stato di riposo e d'inerzia, e non si procurano da se stessi alcun cangiamento, ragione per loro quale precisamente essi sussistono. Le materie riunite in cristalli secondo le leggi dell'attrazione chimica e ritenute insieme mediante la coesione, persistono nelle forme che loro son proprie fino a tanto che esterne influenze apportino cangiamento nella composizione di essi. Epperò mentre l'esistenza e la durata dei corpi organici hanno per condizione alcuni cangiamenti ed un rinnovar continuo della loro sostanza materiale, queste stesse condizioni pongono in pericolo e distruggono l'esistenza dei corpi inorganici sotto la forma che ad essi è propria.

67. Indipendentemente da queste manifestazioni particolari di attività che appartengono a tutti i corpi viventi, e li fan conservare per qualche tempo, malgrado le influenze esterne tendenti a distruggerli, negli animali ne scorgiamo pure altre che nè punto nè poco osservansi nei corpi inorganici. Queste sono le operazioni dell'anima, la facoltà di sentire e di muoversi in tutto o in parte per influenza della propria attività. Nel libro seguente noi ritorneremo su questo soggetto.

68. Il secondo gruppo di cangiamenti dei corpi organizzati che succede una sola volta durante l'esistenza di ciascun individuo, e che in seguito non ricompariscono più, consiste nei fenomeni che accompagnano l'origine, lo sviluppamento ed i periodi della vita o dell'età. In generale questi cangiamenti vanno accompagnati in ciascun individuo dagli stessi fenomeni, i quali solamente presentano infinite differenze a seconda delle specie cui gl'individui appartengono. In primo luogo per quel che riguarda l'origine, noi osserviamo che tutti i vegetabili e gli animali, per quanto se ne possa giudicare dietro l'osservazione, debbono la loro formazione ad alcune materie organiche che entravano nella composizione di corpi già esistenti. Il primo elemento di un corpo vivo trae la sua origine dalla sostanza materiale di un corpo organico, dietro l' estinzione delle sue individuali manifesta-

(1) Stahl *faceva consistere la vita* (Theoria medica vera) *nella proprietà che hanno i corpi organici di conservare la loro composizione particolare:* Vita nihil aliud est formaliter, quam conservatio corporis in mixtione quidem corruptibili, sed sine omni corruptionis actuali eventu. *Il suo commentatore* Iunker *dice:* Illud putredini contrarium quod vitae nomine salutamus. Giovanni Hunter *del pari opina che la vita sia una grande operazione chimica, la quale continua anche nel'o stato apparente di riposo, resiste all'esterne influenze chimiche, ed opponesi alla decomposizione dei corpi nei quali essa opera.* (A)

(2) Cuvier (Le règne animal, *t. I, pag.* 12) *ha ragione quando dice: « Se per « farci una giusta idea dell'essenza della vita noi la considerassimo negli esseri ove « sono più semplici gli effetti di essa, tosto scorgeremmo che consiste nella facoltà « che hanno certe fisiche combinazioni di durare per un tempo e sotto una for- « ma determinata, attirando continuamente nella loro composizione una parte del- « le sostanze che stanno intorno, e rendendo agli elementi una parte della loro « stessa sostanza. Quindi la vita è un vortice più o meno rapido, più o meno com- « plicato. »* (A)

zioni di attività, o pure nasce dalla materia dei corpi organici col concorso delle manifestazioni di attività di esseri ancor vivi. Il primo modo appellasi generazione spontanea, il secondo generazione propriamente detta o procreazione.

69. Sebbene Harvey, Linneo ed altri naturalisti abbiano stabilito in massima che i corpi viventi possono propagarsi sol mediante le uova ed i semi, e che gli animali ed i vegetabili di nuova formazione possono essere considerati come prodotti delle manifestazioni di attività di esseri simili che già esistevano, nondimeno si è riconosciuto che questa regola era troppo generale. Le osservazioni fatte da Needham, Priestley, Ingenhouss, Monti, Wisberg, O. F. Mueller, G. R. Treviranus ec., hanno dimostrato che una immensità di forme vegetabili, ed animali allogate nelle classi più semplici e meno elevate dell'organizzazione, possono, in certe favorevoli condizioni, formarsi senza il concorso di altri esseri viventi mediante la sostanza materiale dei corpi organici morti, che la putrefazione e la fermentazione hanno fatto pervenire ad uno stato perfetto di risoluzione. Di questo numero sono gli animaletti infusorii, la materia verde di Priestley, le specie di bisso, i funghi, ec. Attribuire l'origine degl'infusorii, come faceva Leenwenhoek, discopritore di essi, e quella degli altri corpi nominati, come praticava Spallanzani, Bonnet, Terechowsky ed altri, alle uova ed ai semi, sarebbe emettere, secondo l'osservazione fatta da Buffon e dietro le ragioni dei naturalisti, dei quali ho citato il nome, specialmente di Treviranus, un' ipotesi falsa ed insostenibile, la quale è basata sopra supposizioni arrischiate e di falsa analogia. Le osservazioni e l'esperienze fatte in questi ultimi tempi da Fray, Gruithuisen, Nitzsch, Maerklin, Bory de Saint-Vincent ed altri, congiunte alle investigazioni di Schweigger e di Burdach, favoriscono altamente un modo di produzione senza il concorso di procreatori, di una generazione, che trae direttamente la sua sorgente dalla materia dei corpi organici morti. Si vedono nascere di questi corpi organici della specie più semplice nelle infusioni, tanto dai principii immediati dei corpi organizzati, come l'albumina, la fibrina, la gelatina, il mucco animale e vegetabile, l'amido, il glutine, quanto dalle combinazioni che nascono da questi principii, dacchè incominciano a scomporsi mediante il calorico e l'aria.

Il modo più semplice di generazione, quello che appellasi generazione spontanea *(generatio aequivoca, spontanea, heterogenea, primitiva)* è quando all'invasione della putrefazione e della fermentazione negl'individui colpiti da morte, le materie organiche che si separano dal loro organismo conservano la proprietà, allorchè non sieno ridotte nei loro elementi o convertite in composizioni binarie, mediante l'azione delle chimiche affinità, di ricomparire col concorso di favorevoli influenze esterne, come il calorico, l'acqua, l'aria e la luce, sotto forme animali o vegetabili più semplici, le quali tal volta variano in ragione delle influenze sotto l'azione delle quali esse trovansi sottoposte.

Il primo sviluppamento in un corpo animale, come negli entozoi, che talvolta osservasi anche negli embrioni, deesi considerare come una semplice modificazione di questa specie di generazione. Le ragioni addotte da Pallas, Mueller, Werner, Bloch, Goeze, Braun, e specialmente da G. R. Treviranus, da Rudolphi e Bremser (1) non più fanno ammettere che essi vengano dall'esterno nell'animale, poichè non si trovano, fuori di questo (2),

(1) Traité des vers intestinaux. — *È da porsi mente che sonosi osservate delle muffe nell'interno di corpi animali, sopra le parti alterate dalla malattia, come lo pruovano i fatti riferiti da* Mayer *(nel* Meckel's Archiv der Physiologie, *t. I, pag.* 310), Jaeger *(Ibid. t. II, pag.* 354) *ed* Olfers (Commentarius de vegetativis et animalis in corporibus animalis reperiundis. Berlino, 1816, in 8. (A)

(2) *Il sig.* Delle Chiaie *prima del nostro autore addusse le stesse ragioni per ammettere la generazione spontanea specialmente per gli* entozoi parenchimatosi, *come rilevasi dalla sua* Elmintografia umana, Napoli 1825; *idea che dimostrò* (suppl. alla lett. sul tricocefalo disp. Nap. 1836, p. 7.) *aver avuto origine tra noi anzichè in oltremonte, per la ragione che* Porzio *(op. omn. 200) scrisse:* vermes, tubercula, excrescentia possunt contigere partibus omnibus universi corporis. « *Quale difficoltà soggiugne* Delle Chiaie *(Elmint. e lett. cit.) vi ha che le particelle organiche si ravvicinino ed in opportuni luoghi a forma di verme, dispongano per la potenza vitale dei nostri organi, poscia animandosi e da loro stesse vivificandosi? Non avviene*

nè nella terra, nè nelle piante, ove non potrebbero più esistere, e tal fiata se ne osservano negli organi, come nell'occhio, nel cervello, nei muscoli ec., (1) i quali non hanno alcuna comunicazione con l'esterno. Quindi noi dobbiamo, insieme a questi naturalisti, risguardarli o come prodotti di elementi non assimilati, o come produzioni morbose che in certi casi formansi negli umori o nel parenchima degli organi (2). Nondimeno molti tra essi, allorchè sono formati, van provveduti di organi genitali e si riproducono con la generazione propriamente detta.

I risultamenti delle osservazioni e delle ricerche fatte a questo proposito ne costringono anche ad ammettere l'assioma stabilito da G. R. Treviranus, che v'ha una materia propria dei corpi organici, atta a vivere e che gode la proprietà di rivestire certe forme, nello stesso tempo che essa acquista un modo particolare di azione. La maniera onde questa proprietà si manifesta nello sviluppamento effettivo della forma, è subordinata al conflitto ed alla reciprocanza di azione che esiste tra la materia organica e le influenze esterne o fisiche, circostanze per cui essa prende una forma o animale o vegetabile.

71. Tutti i corpi viventi che non hanno questa origine nascono da altri organismi già esistenti per effetto delle manifestazioni di attività particolari a questi ultimi, cui rassomigliano quanto alla struttura ed ai fenomeni della vita. La generazione per mezzo della procreazione, ovvero la generazione equivoca offrono due differenze: essa succede mediante il concorso dei due sessi o pure senza questo. Nel primo caso, che è più semplice, si distaccano da organismi già esistenti alcune parti o frazioni che continuano a crescere, acquistano la forma d' individui della stessa specie e continuano in questo modo a sussistere (3). Ciò succede in due modi: ora un corpo organico dividesi in più parti, di cui ciascuna prende le qualità di un individuo, or limitasi a produrre alcune parti, che dopo essersi distaccate dall'organismo, sviluppansi e divengono individui. In questa specie di generazione non v'ha differenza sessuale; ciascun individuo rappresenta la specie da sè solo, e può, quando le circostanze sien favorevoli, produrre esseri della stessa sua specie.

72. La generazione per divisione o scissione di un organismo in nuovi individui *(generatio fissapara)*, succede solo nei corpi semplicissimi, composti da una sostanza omogenea. Essa è stata osservata da Saussure, O. F. Mueller, Nitzsch ed altri, negl'infusorii (bacillari, paramecì, ciclidi, tricodi), e da Ingenhouss, G. R. Treviranus, Bory de Saint-Vincent, Girod Chantran ed altri nelle conferve. Essa tal volta osservasi anche nel polipo di acqua dolce, secondo Trembley; non-

perciò in simil guisa che il nostro chilo trasmutisi in fibrilline e nella nostra carne viva e sensibile? è tutto sempre soggetto all'eterne ed immutabili leggi della Sapienza Divina, *di cui nelle viscere dei più utili e trascurati vermicciuoli, chinando il capo, ammiro gl'inesplicabili arcani.* »

Tra le ragioni più convincenti della generazione spontanea degli elminti vi ha l'esistenza del polistoma venarum o sanguicula *che il nostro benemerito* Delle Chiaie *ha dimostrata con fatti occorsi al def. prof.* F. Folinea, *al dott.* Gallo *ed a lui medesimo* (Osservatore medico 1830, Elmint. cit., opus. fisico-medici, Nap. 1833, di che fecesi onorata menzione dagli Annali di Omodei, e dalla Gazzetta Medica). Il Trad.

(1) *Per queste ragioni e per la reciproca azione tra le materie organiche e le influenze esterne: circostanze qui appresso notate dall'autore, il sig.* Delle Chiaie *interpetrò l'apparizione del* tricocephalus dispar *all'epoca in cui fummo afflitti dalla colera, giacchè dai tempi di* Valsalva *e* Morgani *non era stato mai più veduto in Italia ed anche tra noi, anzi l'insigne* Troja *scrisse* (de magno lumbrico *Neap.* 1770) Vermes qui in homine reperiuntur ad tres species reducuntur: teniae, ascarides, lumbrici. *L'anno scorso vidi un ragazzo scrofoloso di anni 3 che evacuava centinaja di tricocefali la volta; e li rinvenni ancora nelle pieghe della muccosa del retto in più cadaveri* Il Trad.

(2) *Qui si deve annoverare il* tetrastoma renale *che il lodato* Delle Chiaie *vide col ch. prof.* G. Lucarelli *in gran copia uscire col sangue dall'uretra, e l'autopsia dimostrò il parenchima dei reni distrutta nell'individuo che vi fu soggetto.* Il Trad.

(3) Burdach (Physiologie, t. I, pag. 30) *ha trattato lunghissimamente di questa specie di generazione che esso chiama* generazione solitaria. (A)

dimeno è sempre accidentale e risulta da certe circostanze.

73. Quando gli esseri organici si moltiplicano mediante le parti che si separano dal loro proprio corpo, ed il cui sviluppamento fa luogo a nuovi individui, queste parti prodotte da essi sono chiamate *germi*. Ora esse offrono porzioni o membri di un organismo più vecchio, che procede da questo stesso organismo, e la cui struttura e sostanza sono le stesse che le loro; ora mostransi sotto forma di globetti o di semi segregati da corpo organico che li produce ed espulsi fuori di esso. Ai primi germi si dà il nome di *pollone*, agli altri quello di *corpuscoli riproduttori*.

74. Nella propagazione mediante i polloni il germe elevasi alla superficie del corpo che lo produce sotto la forma di un picciolo gonfiamento, cresce a poco a poco in grossezza, e finisce col distaccarsi per continuare lo sviluppamento e vivere come individuo. In questo modo, dietro le osservazioni di Trembley, di Schaeffer, di Roesel, ec. si moltiplicano i polipi a braccia ed i vorticelli, e dietro quelle di Cavolini, di Schweigger ec., i coralli, i sertulari, gl'isi ed altri polipi marini. La propagazione per polloni osservasi nelle piante simultaneamente ad altri modi di moltiplicazione, per esempio in certi funghi filamentosi, nelle conferve, nelle tremelle e nell'epatiche. Tra le piante fanerogame, sebbene provvedute di organi sessuali, bisogna qui riferire la formazione delle radici serpeggianti *(radix repens)*, dei polloni *(stelo)* e dei sarmenti *(sarmentum)*.

75. Nella moltiplicazione per mezzo dei corpuscoli riproduttori, un organismo, nel tempo della sua più grande attività, produce alcuni globetti o pure semi che sono sospinti al di fuori, e dai quali, dopo la loro eliminazione, provengono nuovi individui. Questi corpuscoli differiscono dalle vere uova e dai semi, che maturano mediante la fecondazione, perocchè la sostanza dalla quale si forma il nuovo essere non è, come le uova ed i semi, rinchiusa in un inviluppo particolare, il quale se ne separa allorchè sviluppasi il germe, e la formazione del nuovo individuo è dovuta alla sostanza intera del corpuscolo riproduttore. Nel tempo in cui si ingenerano i corpuscoli riproduttori, ora sono uniti alla massa del corpo che li produce, e da cui non durano a separarsi, ora procedono dagli umori di essi. Vi sono talune differenze quanto al luogo ove si sviluppano su questo stesso corpo; perocchè tal fiata la loro produzione succede su di una parte determinata di questo ultimo, tal'altra si sviluppa in più luoghi, ed è disseminata nella sua sostanza. In molti zoofiti osservasi un nascimento di corpuscoli riproduttori disseminati nell' organismo che fa uffizio di petale. Il regno vegetabile offre esempii di questo modo di propagazione mediante corpuscoli riproduttori *(sporae, sporidia, germina, gongyli)*, negli acotiledoni, nelle conferve, nell'ulve, nei fuchi, nei funghi polverosi, nei funghi filiformi, negli epatici, ec.

In gran numero di corpi organizzati la produzione dei corpuscoli riproduttori è limitata ad un certo punto del vecchio organismo, e compiuta mediante organi speciali che debbonsi considerare come i primi rudimenti delle parti genitali feminee. Nelle gorgone, nelle madrepore, nelle sertularie, nei coralli rossi, ec. si forma, secondo Cavolini, in mezzo della sostanza del polipo, e non lungi dai suoi rami, un picciolo sacco membranoso che racchiude i corpuscoli riproduttori, si stacca, crepa, e spande questi corpuscoli nel mare. Pallas ha osservato qualche cosa simile nei polipi di acqua dolce. In questi l'organo preparatore dei corpuscoli si forma ogni anno, ed ogni volta è giltato fuori del corpo con i corpuscoli.

I corpuscoli nelle meduse sono rinchiusi in tubi o vesciche, nelle attinie in spazii disposti a ventaglio. Da ultimo gli organi produttori dei germi, che rassomigliano alle ovaie degli animali di una specie superiore, hanno la stessa disposizione nelle asterie, nei ricci di mare, nelle olotarie ed altri. Il regno vegetabile offre in molti casi una moltitudine di germi sotto forma di sacchi o di cassuole cui i botanici hanno dato differenti nomi. È mestieri riferire allo stesso modo di moltiplicazione ciò che osservasi in gran numero di piante fanerogame provvedute di organi che diconsi sessuali, i quali, senza dipendere dalla generazione propropriamente detta, si riproducono per mezzo di nodi, di tubercoli, di cipolle e di gemme, donde nascono nuove piante ovvero parti di nuove piante.

La propagazione per germi consiste in una esaltazione periodica dell'attività plastica dell'individuo, determinata per mezzo d'influenze esterne favorevoli, le quali son cagione che nascano dalla propria massa i principii di novelli individui, o

si preparino dalla massa dei proprii umori per svilupparsi e dar luogo ad esseri della stessa specie, concorrendovi alcune esterne condizioni.

76. La maggior parte degli animali e delle piante, la cui struttura offre un alto grado di composizione, si propaga per generazione mediante i due sessi. Questo è il caso dei mammiferi, degli uccelli, dei rettili, dei pesci, dei crostacei, degli insetti, del più gran numero dei molluschi e degli anelidi, ed anche di certi entozoi. Tra le piante questo modo di propagazione osservasi nei monocotiledoni e nei dicotiledoni, tuttochè esse si moltiplichino parimenti in altri modi. Nella generazione per mezzo dei sessi vi sono due differenti materie genitali, provenienti una dalla femmina l'altra dal maschio, e due specie di organi che separano queste materie dalla massa degli umori dei corpi viventi in una certa epoca della loro esistenza. La materia genitale feminea donde dee trarre sua origine un novello individuo è racchiusa in un particolare inviluppo e porta il nome di *uovo* tra gli animali, di *grano* tra le piante; gli organi che la producono chiamansi *ovaie*. L'uovo ed il grano divengono nuovi esseri allorchè il seme del maschio ha esercitato su di essi una influenza che li determini a svilupparsi, secondo una forma corrispondente alla specie che ha fornito la materia genitale. Negli animali il seme del maschio è separato in certi organi particolari detti testicoli; nelle piante è preparata negli anteri una materia analoga detta polviscolo. Appellasi *fecondazione* l'azione del seme del maschio sulla materia genitale della femmina, cioè sull'uovo o sul grano: in seguito della quale comincia in questa materia la formazione di un nuovo essere, e si effettua in diversi modi nei varii gruppi dei corpi viventi.

Gli organi genitali maschili e femminili talvolta esistono sullo stesso individuo, o sono ripartiti su individui differenti della stessa specie. La riunione di essi in uno stesso individuo succede ordinariamente nelle piante, e per lo contrario vedesi frequentemente negli animali la separazione su differenti individui. I corpi organici offrono molte differenze, onde favelleremo a suo luogo, quanto alla esistenza di altri organi che anche fanno parte dell'apparecchio genitale mascolino e femminino, e che hanno per scopo o il compimento della generazione, o il collocamento, lo sviluppo e la nutrizione dei germi.

Il generare quindi è una proprietà pertinente a tutti i corpi organici. Questi corpi organici si moltiplicano, perchè ad una data epoca della loro esistenza ed in certi casi, essi sono in stato di produrre esseri della loro specie, nello stesso modo col quale essi sono stati prodotti; lo chè suppone una serie di scorse generazioni, il cui capostipite, ovvero principio, per noi non si conosce. Nei corpi inorganici non v'ha generazione, nè i corpi si producono l'uno dall'altro. Nessun minerale, nessun cristallo, allorchè sia distrutto, si risolve, in cristalli della propria specie, come vedesi tra i corpi organici nella generazione fissipara; nessuno produce nuovi cristalli come nella generazione gemmipara ed in quella dei corpuscoli produttori; da ultimo i cristalli giammai procreano loro simili, come succede nella generazione propriamente detta dei corpi viventi che son forniti di sessi. Quindi nel regno inorganico non v'ha nè genere, nè specie. La produzione di nuovi cristalli è l'effetto dell'attrazione chimica e meccanica che esercitasi secondo le leggi puramente fisiche tra le sostanze che costituiscono la base della loro composizione. Quando le sostanze di natura differente, che hanno affinità le une per le altre, sieno tenute sciolte in un liquido, i loro atomi in certi casi e dietro leggi determinate, si riuniscono in corpi dotati di forme geometriche, cioè in cristalli, i quali son caratterizzati dalle superficie piane e dalle costanti inclinazioni dei loro angoli e dei loro estremi. Acciò una sostanza cristallizzasse è mestieri che in prima sia posta nello stato di liquido o di fluido aeriforme, e che si allontanino le cagioni che l'hanno fluidificata. Si ottiene quest'ultimo effetto per mezzo del raffreddamento, ovvero per la sottrazione della sostanza ponderabile con cui quella che dee cristallizzare aveva contratto una combinazione che la rendeva fluida.

77. Tutti gli animali ed i vegetabili dal momento che nascono dal pollone, dal corpuscolo riproduttore, dall'uovo o dal seme appariscono in forma semplice che essi lasciano gradatamente per prenderne un'altra più complicata; lo chè va congiunto ad un accrescimento nella diversità e nella intensione delle loro manifestazioni di attività. Tutti i corpi organici la cui vita non è abbreviata o interrotta in una maniera qualunque ne offrono tre periodi distinti nella loro esistenza; quello di accrescimento graduale, cioè la giovinezza; quello dello sviluppamento com-

pleto, ovvero della maturità sessuale, e quello del decrescimento, o sia l'età avanzata, che termina con la morte. Epperò i rappresentanti di tutte le specie vegetabili ed animali sono compresi in una serie continua di cangiamenti, la cui durata varia all'infinito per i differenti gruppi dei corpi vivi, e si estende dopo lo spazio di alquanti giorni sino ad interi secoli. Nascere, svilupparsi, generare e morire sono atti che succedono senza interruzione tra i corpi organici, e che richiamano all'esistenza, indi fanno rientrare nel nulla gli individui rappresentativi delle specie. Questi cangiamenti che si manifestano una sola volta in ciascun individuo, e che più in seguito non ricompariscono, dipendono dalla varia azione delle forze organiche, la cui attività manifestasi in sul principio con la menoma intensità, aggiunge poco a poco alla massima, si esaurisce per lo stesso fatto del suo esercizio, e finisce con lo spegnersi. Nei corpi inorganici non operansi cangiamenti che si potessero paragonare a quelli dei periodi della vita o dell'età. Le sostanze che una volta siensi riunite in cristalli, secondo le leggi dell'attrazione, e delle quali la coesione stringe insieme le molecole, persistono nelle loro forme rispettive, senza che più si osservi in esse alcun fenomeno che offra analogia, anche lontana, con quelli dello sviluppamento e dell'età dei corpi vivi. I cristalli non patiscono da loro stessi i cangiamenti che producono in un certo scorrere di tempo la loro rovina e distruzione. Durino essi sol poche ore, o migliaia di anni, questo effetto dipende unicamente da circostanze accidentali, secondo che essi entrino in relazione con materie che abbiano più forte affinità per le sostanze che li costituiscono.

79. Quanto ai cangiamenti ed alle manifestazioni di periodica attività negl'individui organici, questi fenomeni sono di più specie. Noi osserviamo primamente, nel maggior numero di animali, alcuni cangiamenti che accadono ciascun giorno ad epoche fisse, e che hanno una certa connessione col movimento della terra intorno al sole, come anche con le modificazioni che nascono nella influenza delle circostanze esteriori sugli animali. Questi sono lo stato di veglia e di sonno. Osserviamo parimenti in molte piante alcuni fenomeni da cui può conchiudersi uno stato alternativo di riposo e di attività. I corpi inorganici incatenati dall'inerzia, come sarebbero i cristalli, non offrono cosa alcuna che possa paragonarsi neppur leggermente a questo stato dei corpi vivi.

80. In tutti i vegetabili ed animali, la cui vita si prolunga al di là di uno o più anni, si osservano periodicamente alcuni cangiamenti e certe manifestazioni di attività che appariscono nelle diverse epoche dell'anno, e che si possono considerare come dipendenti dal moto annuale della terra intorno al sole. Tali sono nelle piante l'annuale sviluppamento dei polloni, delle foglie, dei fiori, la fecondazione, la maturità dei frutti, da ultimo la caduta di questi ultimi e dei granelli, nonchè la morte e la caduta delle foglie; negli animali l'apparizione periodica delle manifestazioni di attività negli organi genitali, la formazione dei germi e delle uova, la secrezione del seme del maschio, l'atto generatore, l'accoppiamento, la gestazione, il tempo di far il nido, la cova, il parto e la secrezione del latte. È necessario ancora allogare nella stessa classe il rinnovellamento dei peli e delle piume, quello della pelle, la formazione delle nuove scaglie, il cader delle foglie ed il germoglio degli alberi. In fine vi si dee riferire parimenti il sonno nel verno e nella estate di gran numero di animali, come anche le emigrazioni che osservansi in taluni tra essi. I cangiamenti periodici hanno la loro sorgente nell'azione delle influenze esterne, come la luce ed il calorico, sui corpi viventi, azione che varia secondo la situazione del nostro pianeta rispettivamente al sole, e che modifica le manifestazioni di attività dei corpi organici.

I corpi inorganici non offrono cosa alcuna di simile a questi cangiamenti periodici che accadono in tutti gli anni.

81. Noi osserviamo ancora nei corpi organici alcuni cangiamenti che si effettuano negl'individui sotto il potere di certe circostanze. Vanno in questo numero la riparazione delle soluzioni di continuo e la rigenerazione delle parti perdute, allorchè la lesione non ha compromesso la durata degl'individui, o distrutto in essi la vita. La maggior parte degli animali e delle piante vivaci riparano le soluzioni di continuo che sono state fatte alle loro parti per mezzo dei corpi feritori. Si vedono anche riaderirsi alcune parti che sono state totalmente separate. È mestieri allogare anche qui la trapiantazione di parti da un corpo in un altro, l'innesto e la barbatella nei vegetabili. Questa trapianta-

zione talvolta riesce anche negli animali per la pelle e per altre parti (1). La rigenerazione manifestasi in più gradi tutti differenti. Essa manifestasi con maggiore intensità negli animali e nei vegetabili della specie più semplice, poichè qui le parti di un individuo che si è tagliato in pezzi producono tutte quelle che sono necessarie per fare un tutto completo. Epperò noi vediamo alcune porzioni staccate di un lichene continuare a crescere e ad acquistare la forma propria delle specie. Gran numero di piante vivaci possono essere moltiplicate mediante le barbatelle che gittano le radici e divengono individui. Vi sono parimenti dei vegatabili che si moltiplicano mediante le loro foglie. Quanto agli animali deesi qui collocare la moltiplicazione dei polipi mercè la divisione. Dopo l'esperienze ben conosciute di Trembley, di Roesel e di molti altri, i polipi a braccia possono esser tagliati in moltissimi pezzi, i quali continuano a crescere, e ciascuno diviene con polipo perfetto. Simili fenomeni sono stati osservati su di alcuni segmenti staccati di naiadi e di certi altri anelidi.

In molti animali si riproducono alcune parti, o alcuni membri, che per accidente sieno stati perduti o distrutti. Epperò le attinie, le meduse, le stelle di mare rigenerano i loro raggi; le tenie riproducono gli anelli tolti dalla loro parte posteriore; le lumache le loro corna; i gamberi le loro punte dei piedi e le loro branchie. Le salamandre acquatiche riproducono più volte di seguito le loro branchie e la loro coda insieme a tutte le ossa, muscoli, vasi e nervi, che ne sono parte: l'occhio stesso si riproduce, dopo essere stato distrutto. La coda si rigenera nelle lucertole. Quanto agli animali a sangue caldo, cioè i mammali e gli uccelli, la rigenerazione si limita all'epidermide, alle corna, ai peli, alle unghie ed alle piume (2).

Da ultimo si osserva in tutti i corpi viventi che quando succedono disturbamenti nelle loro funzioni, cioè nelle malattie, si manifesta in essi una tendenza a far cessare questo stato di costringimento e ricondurre l'ordine e la regolarità nelle manifestazioni di attività.

I corpi inorganici non offrono assolutamente alcun fenomeno che possa riguardarsi come effetto di rigeneramento e di guarigione. Nessun cristallo riproduce le parti che ha perdute, ripara le soluzioni avvenute nella sua continuità, e ritorna da sè stesso al suo stato d'integrità.

82. Queste manifestazioni di attività che qui sono leggermente abbozzate, la conservazione degl'individui e delle specie per mezzo di sè stessi tra una serie non interrotta di cangiamenti, appartengono senza eccezione a tutti i corpi organici. Noi denominiamo *vita* l'insieme di quest

(1) Giuseppe Baronio (*memorie della società italiana, t. I, pag.* 180) *ha trapiantato gli speroni di un gallo sulla testa di un altro; ed è anche pervenuto a trapiantarvi la coda di un gattino, e l'ala di una passera delle canarie.* (A)

(2) *Il ch. autore fa parola della rigenerazione di alcune parti del corpo degli animali a sangue caldo, donde apparisce che egli non ammette la riproduzione di tutti i tessuti negli animali stessi, quando per qualsiasi cagione sieno stati distrutti. Questa opinione si oppone al pensare di alcuni anatomici e fisiologi i quali pretendono che nell'uomo si riproducono le parti distrutte acquistando alquanto similitudine colle prime. La pretesa rigenerazione non è che una semplice tendenza a formare il tessuto consimile a quello distrutto. Dalla parte lesa per l'espansione vascolare che vi ha luogo si separa una sostanza plastica che depositandosi sulla parte stessa si solidifica, si organizza e prende l'aspetto del tessuto primitivo, ma esaminandosi attentamente si ravvisa in realtà ben diverso, e non idoneo ad effettuare le funzioni cui la natura lo avea destinato. In tal guisa sono le cicatrici che osservansi sulla cute, le formazioni ossee e massime della mascella inferiore di cui narransi casi di riproduzione, non escluso quello descritto dal chirurgo sig.* Giovanni Palma (Ann. Clin. dell'Ospedale degl'Incurabili 1835), *e che via essere corpo ossiforme alquanto compatto che emulava la mascella inferiore. Lo stesso ha luogo per i tessuti cellulare, cartilagineo, nervoso, muscolare. Da ultimo si consultino le* Memorie sugli animali invertebrati di delle Chiaje *relative all'imperfetta rigenerazione dei raggi delle* asterie, *e le braccia del* rizostoma. Il Trad.

movimenti, e *vivi* tutti i corpi nei quali osservansi. Siccome non scorgiamo sì fatti fenomeni nei corpi inorganici, siamo obbligati considerarli come effetti di cagioni che non operano in questi corpi, ed esistono solo negli esseri viventi. Queste stesse cagioni hanno il loro fondamento nelle qualità che appartengono solo ai corpi organici e che noi chiamiamo *forze organiche*. Per ben conoscere queste qualità è mestieri cacciarsi in alcuni particolari sulla chimica composizione, sull'organizzazione, sulle manifestazioni di attività e sui cangiamenti delle piante degli animali, paragonare insieme queste due serie di corpi sotto tutte queste relazioni, lo chè ne permetterà giudicare quali sieno quelle che ad essi son comuni, e quali appartengono esclusivamente a ciascuna serie.



TRATTATO

DI FISIOLOGIA GENERALE E COMPARATA

SEZIONE PRIMA

PARAGONE TRA GLI ANIMALI ED I VEGETABILI RISPETTO ALLA COMPOSIZIONE MATERIALE.

CAPITOLO PRIMO

Della composizione chimica.

I vegetabili e gli animali han tra loro molta analogia rispetto alla chimica composizione. Tanto nei primi che nei secondi si trovano i seguenti elementi: ossigeno, idrogeno, carbonio, nitrogeno, fosforo, zolfo, iodio, bromo, cloro, potassio, sodio, calcio, magnesio, silicio, manganese e ferro. L'alluminio ed il rame finora non sono stati rinvenuti che nelle piante, mentre il fluore si è trovato solamente nel regno animale. Non vi sono perciò differenze considerevoli tra queste due serie di corpi relativamente alle materie elementari che entrano nella loro composizione. Se ne rilevano delle maggiori nella quantità relativa di queste sostanze e nel modo come esse vi son combinate.

Quanto all'ossigeno, idrogeno, carbonio, nitrogeno, si rinvengono tutti e quattro sì nei vegetabili che negli animali, ma il nitrogeno però trovasi più spesso nella composizione di questi ultimi. Il carattere distintivo stabilito da taluni naturalisti tra queste due serie di corpi si è, che il carbonio sia l'elemento predominante nelle piante e nelle loro diverse combinazioni; mentre il nitrogeno lo è negli animali e nelle loro combinazioni. Ma siccome tutte le materie animali, all'infuori dell'urea e dell'acido urico, contengono quantità maggiore di carbonio che di nitrogeno, così non si può ammettere l'accennato carattere. Vi sono d'altronde delle crittogame, e massime dei funghi, nei quali trovasi gran copia di nitrogeno. Questo elemento abbonda pure nel polviscolo, e fa parte egualmente delle basi salificabili vegetali. Da un'altra banda vedesi un certo numero di combinazioni animali che contengono molto carbonio. Le principali sostanze animali, come l'albumina, la fibrina, la gelatina, sono assai cariche di questo principio: esse ne contengono anche più che talune sostanze vegetali, come lo zucchero e la gomma, giusta le ricerche di Gay-Lussac e Thenard. Onde tutto ciò che può affermarsi intorno alla presenza del nitrogeno e del carbonio si è, che il primo entra più spesso ed in maggior quantità nelle combinazioni animali che nelle vegetali, mentre il secondo incontrasi più frequentemente ed in maggior copia nella composizione vegetale.

Il fosforo, che per lungo tempo male a proposito si è creduto proprio dei corpi che fan parte del regno animale, si trova in un gran numero di sostanze vegetali. Esso, nello stato salino, si è rinvenuto abbondantemente nella farina dei cereali, nell'albumina vegetale, e nel glutine, da Bergmann, da Teodoro de Saussure, e da molti altri. Berthier ha trovato, non ha gran tempo, del fosfato di calce nella cenere di moltissimi legni. Per conseguenza il fosforo è assai sparso nel regno vegetale. Nondimeno, esso in generale abbonda più nelle combinazioni animali che nelle vegetali.

Lo zolfo, che taluni fisici risguardano come un principio esclusivo della composizione animale, si trova ancora nei vegetabili. Rinviensi forse in tutte le piante sotto la forma di solfato, cosa che vien provata dall'analisi chimica delle loro ceneri. Inoltre esso è parte costituente dell'albumina vegetale e del glutine. Si ritrova benanche in altre combinazioni, come nell'acido *senopico*, che, secondo ogni probabilità, non esiste esclusivamente nelle *crocifere*, ma eziandio in altre piante. Da ultimo, Planche ha scoperto lo zolfo nei fiori di sambuco, in quelli di tiglio, e di arancio, nello stelo dell'issopo, dello stregone, della ruta, del meliloto, nei semi di aniso, di finocchio, di comino e di altri vegetabili. Però esso, al pari del fosforo, è più sparso ed abbondante nelle combinazioni animali, che in quelle del regno vegetale.

In ordine agli alcali, taluni chimici e fisiologi opinano che questi corpi stabiliscono una differenza essenziale tra i vegetabili e gli animali. Intanto l'esistenza dei diversi alcali in questi due regni della natura è provata col fatto. In verità la potassa è più comune nelle piante che negli animali; mentre che per la soda ha luogo il contrario. L'ammoniaca, in generale, è più abbondante negli animali che nei vegetabili. I signori Chevallier e Lassaigne han trovato del carbonato di ammoniaca nelle foglie del *chenopodium vulvaria*. Il primo assicura benanche di avere osservato che esse esalano dell'ammoniaca durante la vita della pianta; dice pure di aver ravvisato insieme con Boullay che parecchi fiori che tramandano odore cadaverico, non che alcuni altri di odor piacevole, esalano gas ammoniacale.

In quanto alle terre, la calce più di tutte è sparsa nelle piante e negli animali; ma questi ne contengono più delle prime. Per la silice ha luogo l'opposto: sebbene in picciola quantità, incontrasi più spesso nei vegetabili, specialmente nei cereali, secondo Bergmann, e soprattutto nella esterna superficie delle graminacee, ove H. Davy ne ha trovato assai; frattanto T. de Saussure e Berthier ne hanno egualmente ottenuto dalle ceneri di parecchi legni.

La magnesia esiste in amendue i regni, massime nelle ossa ed in taluni liquidi animali. Vauquelin l'ha scoperta in alcune specie di *fuchi;* Saussure e Berthier nella cenere di diversi legni. L'allumina non è stata osservata che in picciol numero di vegetabili, e soprattutto nelle ceneri dell' abete, del leandro e della mortella.

Tanto nelle piante che negli animali si trovano in picciolissima quantità degli ossidi di metalli pesanti. Del resto essi non somministrano alcun carattere proprio piuttosto all'uno che all'altro regno, giacchè il ferro ed il manganese sono stati incontrati nei vegetabili e negli animali. Bucholz e Meisner hanno osservato benanche tracce di rame in qualche pianta.

Le combinazioni organiche o i principii immediati degli animali e delle piante offrono differenze più importanti dei loro elementi. Queste combinazioni sono soprattutto numerose e svariate nel regno vegetale, quantunque sembrasse di non essersene scoperta finora che picciola parte, e che quasi ogni giorno se ne trovino delle nuove. Il regno animale è infinitamente scarso di simili composizioni. I principii immediati di entrambi i regni si dividono in acidi ed ossidi. Le piante offrono inoltre un complesso di sostanze tutte particolari: tali sono le basi salificabili vegetali, di cui non v'ha la menoma traccia negli animali. I principii immediati dei vegetabili per la maggior parte sono combinazioni ternarie di carbonio, idrogeno ed ossigeno; nel mentre che quegli degli animali sono quaternarii, cioè i tre accennati elementi ed il nitrogeno.

Se noi riflettiamo dapprima agli acidi organici che risultano da questi tre elementi, il carbonio, l'idrogeno e l'ossigene, rileviamo esservene pochissimi che qualche volta si trovano in amendue i regni. Di questo numero è specialmente l'acido acetico. I vegetabili sono ricchissimi di acidi particolari, alcuni assai e comunalmente sparsi, ed altri limitati a certe specie. Tra i primi si annoverano l'acido malico, citrico, pettico, ossalico, tartarico,

benzoico (1), gallico ec. Quanto a quelli della seconda classe citerò soltanto gli acidi chinico, meconico, sinapico, fungico, stricnico, ec. Questi si rinvengono, liberi specialmente nelle frutta, nel tessuto cellulare e nelle foglie. È cosa rarissima trovarne nelle semenze e nelle radici. I liquidi e tutte le parti dei vegetabili ne contengono combinati alla calce o alla potassa nello stato di saturazione. Fra gli acidi che risultano dalle combinazioni ternarie dei tre elementi di sopra indicati, ve ne sono pochi che appartengano propriamente agli animali, come il margarico, il butirico ed il formico. Ma gli animali contengono alcuni acidi, nella cui composizione entra pure il nitrogeno, come l'urico, il colesterico (2) e l'allantoico.

Esiste in molte piante una sostanza composta di carbonio, idrogeno e nitrogeno, senza ossigeno, e che nondimeno si annovera fra gli acidi Questo è l'acido idrocianico che finoggi non è stato trovato negli animali, e che in questi non formasi se non in talune circostanze o nel corso di chimiche operazioni.

Le combinazioni non acide, gli ossidi organici che formano la parte principale dei corpi organizzati presentano considerevoli differenze nella loro composizione secondo il regno cui appartengono. Alcune, in picciol numero, son comuni ad entrambi, come l'albumina, l'osmazoma, lo zucchero ed i semi. L'osmazoma, mentre abbonda negli animali, è rarissimo nelle piante; ma Vauquelin l'ha trovato in alcuni funghi. Lo zucchero, con tutte le sue modificazioni, che è una delle principali materie delle piante, per l'opposto osservasi di rado nel regno animale. Il regno vegetale distinguesi particolarmente per la gran quantità di sostanze organiche composte dai tre elementi, carbonio, idrogeno ed ossigeno. Tra queste combinazioni ternarie di cui havvi una grandissima varietà, e che per conseguenza si possono riguardare come principii immediati generali di questo regno, si annoverano: 1. l'amido colle sue modificazioni, l'inulina e la fecola, il lichene; 2. la gomma ed il muco vegetale: 3. lo zucchero colle sue modificazioni, lo zucchero di canna, quello di uva, la mannite, lo zucchero di fungo, la glicirrizina; 4. la fibra vegetale o legnosa; 5. le resine molto cariche di carbonio ed assai combustibili, le resine liquide o balsami e le secche.

Fra il numero delle combinazioni ternarie del regno vegetabile che entrano meno generalmente nella composizione delle piante si annoverano 1. gli olii grassi e tutte le loro varietà: 2. gli olii volatili e gli olii aromatici acri e che contengono l'acido idrocianico: 3. la canfora: 4. gli estratti e le materie estrattive: 5. il concino.

Picciolissimo è il numero delle materie organiche ternarie prive di nitrogeno negli animali. A questa categoria appartengono: 1. fra gli zuccheri, quello dell'orina e quello del latte: 2. fra le resine, la resina biliare, la resina orinosa ed il rosso resinoso del gambero: 3. tra gli olii grassi, il grasso ed il sevo: 4. tra gli olii volatili, il castoro, il zibetto e la canfora delle cantaridi.

Le combinazioni organiche quaternarie composte d'ossigeno, carbonio, idrogeno, e nitrogeno sono numerosissime nel regno animale, e formano una delle basi principali della composizione dei corpi appartenenti a questa serie. Fra le più diffuse, quelle che entrano in quantità più o meno grande nella composizione di quasi tutti gli animali sono l'albumina, la fibrina, la gelatina, il muco animale e l'osmazoma. Le altre sono meno comuni, come la materia salivare, la caseosa, l'ematina, l'urea ed il nero dell'occhio. Le combinazioni nitrogenate sono infinitamente più rare e meno numerose nel regno vegetale. Questa classe, indipendentemente dall' albumina vegetale e dall'osmazoma ch'è molto rara, comprende la colla vegetale o glutine, la pollinina, l'indaco e molte altre materie coloranti estrattive. Finalmente, in talune piante s'incontrano delle combinazioni di una specie particolare distinte col nome di alcali vegetali o, per dir meglio, basi salificabili vegetali, nella cui composizione. oltre molto carbonio e poco ossigeno ed idrogeno, entra benanche il nitrogeno Tali sono la morfina, la narcotina, la stricnina, la brucina, la chinina, la cinconina, la veratrina, l'emetina, la delfinina, la solanina, ec.

Il principale risultamento che nasce dalle

(1) *Gli acidi benzoico ed ossalico qualche volta si trovano nelle orine e nelle sue concrezioni, ma essi probabilmente provengono da vegetabili presi per alimento.*

(2) *L'acido colesterico non è naturale ma fattizio.* Il Trad.

cose fin qui dette si è, che le combinazioni organiche degli animali in generale son più composte di quelle delle piante, essendo quasi tutte quaternarie, mentre al contrario nelle ultime sono per la maggior parte ternarie. Ne risulta pure che siccome la natura ha dato una composizione più complicata ai corpi organizzati che agli inorganici; così parimente ha formate le combinazioni animali più complicate delle vegetali. Le manifestazioni di attività degli esseri organizzati, le quali nel loro insieme noi chiamiamo vita, secondo il gruppo cui appartengono e la sostanza materiale che loro serve di base, presentano delle modificazioni speciali, d'onde risulta una vita vegetale ed una vita animale. In generale, tra le piante e gli animali, in ordine all'azione chimica che accompagna l'esercizio della loro vita, havvi questa diversità, come dimostrerò più a lungo in seguito nell'indicare le loro funzioni, che nei vegetabili vi è continuamente perdita di acidità e produzione di sostanze combustibili: mentre che negli animali si effettua una ossidazione, una specie di combustione di materie combustibili.

CAPITOLO II.

Della configurazione.

Se noi paragoniamo dapprima gli animali con i vegetabili relativamente al volume ed alla massa, osserviamo che i primi, eccettuati quelli di forma colossale, come i cetacei, gli elefanti, i rinoceronti, gli struzzi, i serpenti giganteschi, i coccodrilli, diverse specie di tartarughe e di pesci, offrono, in generale e per la maggior parte, masse meno voluminose delle piante. Quasi tutti gli alberi si distinguono per la loro grossezza assai considerevole, inguisachè sorpassano di molto gli animali, anche quelli di cui si è fatta parola, quanto alla massa. Oltracciò i vegetabili, eccettuati i crittogamici, non presentano mai delle forme sì picciole come quelle che osservansi nelle classi degl'infusori, dei polipi, dei vermini, dei molluschi, degl'insetti, degli aragnei, e dei crostacei.

Le manifestazioni di attività che cost tuiscono la vita degli animali sembran dunque limitare l' accumulamento dell massa, mentre che la vita delle piante : manifesta principalmente per l'accresc mento del loro corpo in volume.

I vegetabili e gli animali si assomiglia no in quanto alla forma esteriore, in ci che gli uni e gli altri son terminati da l nee curve o ondeggianti, come pure d superficie non piane ma per lo più roto date. Le forme vegetali ed animali pi semplici, come per esempio taluni fungl polverosi nel regno vegetale, e le monac nell'altro, hanno tra loro una gran som glianza per ragione della loro forma glo bulosa. Facendo noi astrazione da quest piante e da alcune altre che sono allun gate in forma filamentosa, dalle conferv e da diversi animali che presentano l stessa forma, da *vibrioni*, si osserva es stervi questa differenza tra i vegetabili gli animali in ordine alla configurazion che nei primi predomina la tendenza a allungarsi e distendersi sotto forma ram sa in due opposte direzioni (1), mentre altre ne hanno una a concentrarsi, ed loro corpo prende a preferenza la form sferica o cilindrica la cui superficie si d spone a raggi.

Il corpo delle piante che hanno com plicata organizzazione, le fanerogame, : può dividere con una linea orizzontale i due metà, delle quali una si dirige vers la luce solare, cioè il fusto con i su diversi prolungamenti, rami, foglie e fi ri: mentrechè l'altra, ch'è la radice cl colle sue divisioni e fibre, s'approfond nella terra o nel fondo delle acque sfu gendo l'influenza della luce (2). Del rest ben si conosce che le varie piante offron infinite diversità in quanto al numero, a la forma, alla situazione, alla direzion alla lunghezza, alla spessezza ed alla d sposizione di ambe le dette parti che sviluppano in opposta direzione l'una da l'altra. Nondimeno ciascuna famiglia, ge nere e specie ha il suo tipo particola sotto questo aspetto.

Negli animali vedesi sempre predom nare più o meno la forma globosa o c lindrica che ne costituisce la base. Ce r

(1) *In queste piante semplici e cellulose osservasi minore l'accennata te denza.*

(2) *Il signor Decandolle,* Organografia vegetale *t. 1. pag. 249.* « *Il vegetab è composto di due coni (nell'esogene) o di due cilindri (nell'endogene) uniti ne le loro basi, disposti verticalmente e prolungati indefinitamente nelle loro estr mità.* »

possiamo convincere soprattutto negli animali più semplici, come gl'infusori. Le monadi rappresentano vere masse cilindriche o ovali. Quando la sfera è piatta o depressa, ne risulta la forma di piastra che osservasi nelle *ciclidie*, *paramelie*, e *colpodi*. Se detta sfera o ovoide si allunga in due sensi contrarj ne nasce il cilindro, di che il genere d'infusori *enchelis* ci offre un esempio. Il cilindro prolungato all'estremo grado produce la forma di filo, come nei *vibrioni*. In alcuni sorgono delle appendici sul globetto o sul cilindro, come si vede nelle *trichodi*, nei *ceronii* e nelle *cercarie*. Se la sfera o il cilindro apresi su qualsiasi punto, costituendo una bocca, quale apertura contornata sia di appendici raggiate, si ha la forma dei *polipi*, delle *vorticelle*, dell'*idre*, dei *beroe*, delle *attinie*. Quando la sfera o il disco manda dei prolungamenti alla sua circonferenza, ne risulta la forma raggiata che vedesi nelle *meduse*, nell'*equoree*, *eudorie*, *pelagie*, *cassiopee*, *porpite*, *etc*. In questi animali l'apertura della bocca è situata in mezzo al disco ed è diretta in giù.

La forma globulosa cilindrica e raggiata ci si presenta più complicata negli *entozoi*, *raggiati*, *anelidi*, e *molluschi*. Le idatidi sono vermini intestini di forma globulosa, gli ascaridi ed i lombrici sono cilindrici, i vermi piatti hanno la forma di disco allungato, la tenia quella di nastro articolato. Fra i *raggiati* ve ne sono di quelli muniti di prolungamenti o appendici in guisa di raggi che partono da una sfera, come nei *ricci di mare*, o da un cilindro, come nelle *oloturie*, o dalla circonferenza di un disco, come nelle *asterie*. Il corpo degli anelidi è diviso da stringimenti o segmenti, onde assomigliano ad anelli sia in forma cilindrica come nei vermi di terra, nei *crinoni*, e nei *sipuncoli*, sia in forma di nastro come nelle *sanguisughe* e nelle *planarie*. Il cilindro è guarnito di raggi in una delle sue estremità ove è la bocca, come nei vermi *tubicoli*; ovvero si osservano tanto in questa parte che sul corpo allungato a fettuccia delle appendici laterali di svariatissima forma, come negli *arenicoli*, *anfinomi*, *nereidi anfitriti*, *afroditi*. In questi animali si distinguono due facce, una dorsale, l'altra ventrale: e due estremità, una boccale o cefalica: e l'altra anale o codale. La forma dei molluschi è svariatissima, il corpo è come un sacco rotondato ovale o cilindrico guarnito di una bocca e di un ano, come nelle *ascidie* e nelle *bifore*: ovvero desso è ovale o allungato, compresso nei lati che sono muniti di prolungamenti membraniformi nei quali i più esterni, chiamati mantelli, son coperti di scaglie calcari, come negli acefali. I gusci sono simmetrici, come quelli delle *pinne*, *arche*, dei *datteri di mare*, degli *anodonti*; o non simmetrici, come nelle *anomie*, nelle *ostriche* ec. Il corpo è ovale e munito di membrane laterali a guisa di natatoje, come nelle *ialee*; ovvero cilindrico provveduto di un disco al di sopra e di due appendici davanti, come nei *gasteropodi*. In questi il dorso talvolta è nudo e libero, come nelle *lumache*; talvolta coverto di pennelli, come nelle *tetidi*, nelle *tritonie*, e nell'*eolide*; talora in fine rinchiuso in un guscio calcareo di forma svariatissima, come nelle *patelle*, *aliotidi*, *murici*, *volute*, *turbini*, *nerite*, *jantine* etc. Da ultimo, il corpo è allungato, cilindrico o ovale con testa distinta da un collo da cui partono dei prolungamenti raggiati e muniti di succhiatoj, come nei *cefalopodi*.

Negli animali di un ordine superiore o più composti osserviamo apparire ad un tempo più o meno distinta la forma globulosa o cilindrica con prolungamenti a guisa di raggi. La prima mostrasi diversamente modificata in una dell'estremità del corpo, alla testa. La seconda manifestasi al tronco ora in forma di cilindro regolare, come nei serpenti ed in qualche pesce: ora piatta a guisa di disco come nelle razze, ranocchie, e tartarughe; talvolta compressa nei lati, come nella maggior parte dei pesci, dei *saurii*, degli uccelli, e dei mammali. In fine i prolungamenti attaccati ai due lati del tronco rappresentano le membra, le natatoie, le zampe e le ali. La testa, il tronco e le membra son separati all'esterno da incurvature, cioè gli animali sono esteriormente articolati, come gl'insetti, gli aragnei, ed i crostacei: ovvero tal divisione è interna ed apparisce al di fuori per alcuni stringimenti più o meno visibili, come nei mammali. In questi ultimi la testa si divide nella sua circonferenza in cranio e faccia. Il tronco è più o meno distintamente diviso in collo, petto, ventre ed appendice codale. Le membra stesse offrono in diversi gradi le loro divisioni. In tutti gli animali esistono assai evidentemente tre opposte parti, cioè l'estremità cefalica e la codale, la superficie dorsale e la ventrale, il lato destro ed il sinistro.

Del resto la storia naturale insegna fino a qual punto le forme che non possono

essere se non qui accennate, son modificate e combinate nelle numerose specie di animali.

La maggior parte degli animali, cioè i mammali, gli uccelli, i rettili, i crostacei, gli aragnei, gl'insetti, gli anelidi ed un gran numero di molluschi sono simmetrici, risultanti di due metà simili per la forma e mode nel senso longitudinale del corpo. Pochi ne sono eccettuati da quest' ordine, come fra i pesci i *pleuronetti* che son forniti di due occhi situati in un sol lato del corpo; tali sono ancora certi *gasteropodi* i quali hanno gli orifizi degli organi respiratorj, dell'ano e dei genitali sul lato, e diversi conchiferi a due valve che non sono simmetriche. La simmetria osservasi nella disposizione dei raggi nei *raggiati*. Essa manca alla maggior parte degli animali a tronco ramificato. Frattanto i coralli stessi debbono essere annoverati fra gli animali simmetrici, dovendosi considerarli non tanto come esseri semplici, ma come riunioni di numerosi individui in ciascuno dei quali trovasi la simmetria.

Non si può negare l'esistenza di certa simmetria anche nelle piante, avendola Decandolle non ha guari dimostrata; ma la stessa non vi è tanto distinta, nè è come quella degli animali. Il corpo dei vegetabili non è particolarmente composto di due metà che abbiano la medesima forma, e che sieno unite pel diametro longitudinale. Soltanto in talune parti della pianta, come nelle foglie, nei fiori, nelle cassule, nei frutti e nei semi noi osserviamo sovente una disposizione simmetrica di tal sorta, come ne vediamo quasi ogni giorno una raggiata nella disposizione degli organi destinati alla riproduzione.

CAPITOLO III.

Dell' aggregazione o struttura.

Tanto gli animali che i vegetabili son composti di parti fluide e solide. Ma la quantità dei liquidi in generale è più considerevole nei primi che nei secondi, e perciò dessi sono più molli Sotto l'aspetto medesimo evvi differenza tra i diversi animali: poichè quelli che vivono all'aria in generale hanno consistenza maggiore degli acquatici, potendoci convincere di questa verità col paragonare tra loro i mammali, gli uccelli, i vermi, le meduse ed i polipi. Questa differenza sembra dipendere da che l'evaporazione è molto abbondante nell'aria, mentre è minore nell'acqua, ove nel tempo stesso si assorbe gran quantità di liquido.

Le parti liquide e solide degli animali e delle piante presentano delle differenze relative alla loro forma e composizione. I liquidi che trovansi negli animali complicati, come il chilo, il sangue, il muco, la saliva, l'umor pancreatico, la bile, l'orina ed il liquor seminale differiscono da quelli dei vegetabili che sono il succo nutritivo, il *cambio*, l'umore dei nettari ed i liquidi tanto gommosi che resinosi, i quali si depositano nelle diverse cellette. In generale, il numero dei liquidi, massime di quelli che si segregano, è maggiore negli animali che nelle piante. Riguardo ai solidi che fan parte della composizione degli uni e delle altre, offrono maggiori differenze che io brevemente andrò esponendo.

I vegetabili più semplici, le piante cellulose o acotiledoni, le alghe, i funghi, i licheni, i muschi, sebbene presentassero una grande diversità nella loro configurazione, pure son composti di una sostanza quasi sempre omogenea, formando delle cellule rotondate o allungate, spesso a guisa di sacchi, nelle quali trovansi dei liquidi o una sostanza granosa senza potervi distinguere tessuto di sorta alcuna. Quando anche esistano all'esterno delle parti differenti le une dalle altre per la forma, come nelle radici, nei fusti, nelle foglie, queste parti però non presentano alcuna sensibile eterogeneità nella loro struttura. Il passaggio dalle acotiledonee alle piante più composte è marcato dalle care, dalle felci, dalle code cavalline, in cui osservansi tessuti eterogenei, ma che diventano distinti soprattutto nelle fanerogame, monocotiledonee, e dicotiledonee. Tutte queste piante son composte di tessuto cellulare, di un tessuto tubulare o vascolare, di vasi spirali e vasi addetti a nutrire, e coperte da una esterna epidermide ben sviluppata. Si possono chiamare secondo Decandolle piante vascolari.

Il tessuto cellulare ch'è il primo ad osservarsi nella formazione di una pianta o di una giovane parte di essa, è sostanza molle, omogenea, ove si distinguono col l'ajuto del microscopio delle picciole vescichette o dei globetti, come l'han dimostrato Malpighi, Grew. Sprengel, i fratelli Treviranus, Link ed altri.

Al contrario nel tessuto cellulare sviluppato veggonsi dei cavi o delle cellule propriamente dette le cui pareti sono membranose solide, diverse per forma e per

grandezza, e che rinchiudono differenti materie. Le cellule medesime, secondo le ricerche di Treviranus, Kieser, Dupetit-Thouars, Pollini, Amici, Dutrochet, Turpin e Decandolle, sembrano composte di vescichette situate le une a fianco delle altre e confuse insieme. Nel tronco e nel fusto il tessuto cellulare circonda i vasi spirali nel modo stesso che nella corteccia inviluppa i vasi addetti alla nutrizione, che contengono il *cambio*. Nel centro del legno degli alberi ed arbuscelli esso forma il midollo. Havvi, massime tra le cellule di questo, e nelle graminacee, tra i vasi spirali, dei cavi o canaletti che L. C. Treviranus ha distinti col nome di canali intercellulari. Nel midollo, principalmente del fusto delle ombrellifere, nella stoppia delle graminacee, nei picciuoli delle piante acquatiche, il tessuto cellulare forma dei cavi o specie di sacchi ripieni di aria che sono i serbatoj pneumatici di Rudolphi. Finalmente esso tra la corteccia ed il legno di certe piante lascia dei vuoti allungati e chiusi che contengono liquidi resinosi, oleosi, muccosi o gommosi: sono questi i serbatoj o dutti del succo proprio descritti da L. C. Treviranus.

Il tessuto tubulare o vascolare su cui i naturalisti dediti specialmente allo studio della notomia vegetale han fatte tante dissertazioni, presentasi sotto due forme diverse, l'una di vasi spirali e l'altra di vasi addetti alla nutrizione. I primi formano la parte principale del legno e dei fasci legnosi: trovansi nella radice, nel tronco, nei rami, nei peduncoli, nei picciuoli; d'onde si estendono alle reticolate nervature delle foglie, e nelle vene disperse nei petali. Noi conosciamo ciò dietro le ricerche di Labaisse, Reichel, Comparetti, Schwagerman, Sprengel ed altri. Gli accennati vasi spirali penetrano ancora nei filamenti degli stami, nei pistilli e fino nelle frutta. S'incontrano nella stoppia delle graminacee formandovi fasci isolati, al pari che negli steli delle piante erbacee; mentre nel legno degli alberi ed arbuscelli essi sono stretti fortemente gli uni cogli altri formando così il corpo del legno. Niuna traccia se ne rinviene nella corteccia. Si debbono considerare come semplici varietà di siffatti vasi i tubi legnosi descritti da Malpighi ed i vasi destinati alla nutrizione indicati da Grew. I vasi annulari, i vasi retiformi o a scala, i punteggiati e quelli a corona di Mirbel sembrano modificazioni dei vasi spirali.

Nel legno dei rami giovani vedesi chiaramente che i vasi spirali sono formati di fibre dilicate viscose estensibili elastiche ed avvolte a spira, che si possono svolgere, ed i cui giri costituiscono le pareti di un canale, il quale è sfornito di membrana interna ed esterna, giusta le ricerche di Schwagerman, Comparetti, Link, Rudolphi, L. C. Treviranus, Sprengel ed altri. Siffatti vasi sembrano principalmente destinati a contenere il liquido che, massime nella primavera, dalle radici ascende alle diverse parti delle piante, e che ha il nome di umore.

Gli altri vasi son quelli della nutrizione o del cambio, dei quali non si conosce bene la situazione, la struttura e la disposizione. Malpighi, Grew, Hill ed altri ammisero già nelle piante dei vasi particolari contenenti un succo proprio paragonabile al sangue degli animali, destinato alla nutrizione, e che va distribuito in tutto il vegetabile. Le esperienze di Knight indicano probabilmente che il succo nutritivo assorbito dalle radici e condotto nelle foglie per mezzo dei vasi nutritori del legno, per l'influenza della respirazione va ivi soggetto ad un eminente grado di assimilazione, e che ricondotto poscia dalle foglie per diversi vasi particolari, va a spandersi nelle varie parti per riparare ai bisogni della nutrizione. I. P. Moldenhaver, in molte piante, come nella bananiana e nel grano d'India, è riescito a discoprire dei vasi particolari pieni di un umore torbido e colorato da lui chiamato fibroso. G. R. Treviranus ha confermata l'esistenza di questi vasi nel legno e nella corteccia di diverse piante: egli ha nomato succo plastico quel succo torbido, latticinoso e pieno di globetti che li riempie, e l'ha considerato come umore nutritivo propriamente detto, perfezionato coll'elaborazione. Schultz ha avuto il merito di dimostrare in gran numero di piante la presenza di questi vasi speciali che riconducono l'umore nelle foglie. Egli li chiamò vasi vitali, e vitale ancora disse il succo che vi circola.

Gli accennati vasi di struttura delicata all'estremo in forma di fascetti son situati lungo i vasi spirali delle foglie, dei fusti, e dei picciuoli nelle piante erbacee. Nelle piante che hanno un corpo legnoso e la corteccia sensibilmente rilevata al pari che nella radice e nel fusto degli alberi ed arbuscelli, trovasi nello strato interno e molle della corteccia o nella sostanza corticale, d'onde essi si diramano al legno ed al tessuto cellulare. Le loro pareti son formate da una membranuccia omogenea, delicata, bianca e trasparente. Questi contengono il liqui-

do formatore o nutritizio propriamente detto, il quale si genera per l'influenza dell'aria e della luce, col succo ascendente dalle radici e dal tronco nelle foglie, e si distribuisce alle diverse parti per effettuarvi la nutrizione, l'accrescimento e la secrezione.

Questi tessuti elementari combinati e disposti in modi infiniti compongono il corpo di tutte le piante vascolari colle loro diverse parti; cioè le radici, il tronco o fusto, le foglie, i fiori e frutta, qualunque sieno le differenze della loro forma esterna secondo le famiglie, generi e specie (1). Se noi guardiamo le manifestazioni di attività di queste parti, osserviamo che esse si limitano a quelle che han per scopo la nutrizione, l'accrescimento, la generazione, la formazione delle piante; cioè l'assorbimento delle materie alimentarie e la loro assimilazione, la respirazione, il movimento dell'umore, la nutrizione, la secrezione, e da ultimo gli atti della generazione. Le parti quanto alle funzioni si possono dividere in quelle le cui manifestazioni di attività effettuano la conservazione dell'individuo e quelle che servendo alla generazione della specie, fan questa perpetuare. Nella prima classe son comprese: la radice, il tronco o fusto, le foglie; alla seconda appartengono i fiori, le frutta, i semi, le gemme, i tuberi ed i bulbi. Egli sarà più convenevole di esaminare la loro struttura nella sezione seguente destinata a far conoscere le manifestazioni di attività ovvero i fenomeni vitali delle piante.

I tessuti e le parti che entrano nella composizione degli animali sono infinitamente più numerosi di quelli dei vegetabili, e nel tempo stesso di natura tutta particolare. Quanto ai tessuti generalmente sparsi nella organizzazione animale e che si ravvisano perciò in tutti gli animali, eccetto i più semplici, come gl'infusori, i polipi, le meduse, e molti altri zoofiti che risultano da una massa gelatinosa o mucosa, sono il tessuto cellulare, i vasi, i nervi e le fibre muscolari, che possono considerarsi come tessuti elementari, le cui combinazioni e disposizioni rappresentano i diversi organi. Bisogna aggiungervi ancora altri tessuti meno generalmente diffusi come il tendinoso o fibroso, l'osseo, il cartilaginoso ed il corneo. Noi accenneremo rapidamente la natura e la qualità di questi tessuti. Il tessuto cellulare o mucoso tra quelli che entrano nella composizione di tutti gli animali si trova generalmente più sparso, dagli zoofiti fino all'uomo. Esso ha l'aspetto di una sostanza omogenea, bianchiccia, semitrasparente, molle, quasi mucosa, distensibile, alquanto viscosa, ed un poco contrattile nello stato di vita: assorbe facilmente i liquidi ed è permeabile ancora alle sostanze aeriformi. In origine esso non ha cavi, nè concamerazioni, ma lasciasi facilmente distendere dall'aria e dai liquidi in modo che produce delle cellule. Secondo le osservazioni fatte per la prima volta da Rudolphi questa differenza esiste tra il tessuto cellulare delle piante e quello degli animali, che il primo offre delle cellule più o meno regolari con pareti forti e consistenti, mentre nel secondo non vi è nulla di simile. Da una parte il tessuto cellulare riempie gl'interstizj degli organi, dall'altra fa parte della struttura degli organi stessi e vi contiene e racchiude tutti gli altri tessuti. Quello che serve d'inviluppo separa un liquido acquoso e trasparente, il siero. Negli animali più complicati si trova spesso nel loro interno in diversi luoghi una sostanza opaca bianca o gialla che si contiene in sacchi rotondati più o meno grandi. Questo è il grasso che, secondo Chevreul, è composto di stearina ed elaina.

Il tessuto cellulare condensato e disteso in superficie forma la base dei comuni integumenti, come pure delle membrane mucose, sierose, e sinoviali. Condensato a guisa di chorion genera i tegumenti comuni e racchiude benanche in sè tutti gli organi del corpo animale. Si ripiega con diverse grandi aperture nelle cavità del corpo ove si continua colle membrane mucose. In molti animali la pelle produce delle appendici ramose o fogliacee, le branchie che son destinate alla respirazione nell'acqua. Nella maggior parte degli animali la pelle è disseminata di un gran numero di vasi e di nervi, e mantiene una reciproca azione con i mezzi circostanti. Da una parte essa assorbe sostanze aeriformi o liquide, e dall'altra vi si ef-

(1) *Decandolle*, Organografia Vegetale *n.* 1. *p.* 5, *dice : « l'intimo tessuto dei » vegetabili guardato con i più forti microscopi presenta picciola diversità. Le pian- » te le più dissimili per le loro forme esterne si assomigliano nell'interno in un » grado veramente straordinario. »*

fettua una escrezione di sostanze gassose per traspirazione, o di materia liquida in forma di sudore, di muco, o di grasso. I nervi che si portano alla pelle le comunicano un grado di sensibilità più o meno elevata non solo per le impressioni meccaniche o chimiche, ma eziandio per le variazioni di temperatura.

Le membrane mucose formate di un tessuto cellulare condensato provvedute quasi tutte di una quantità di nervi e di vasi, la superficie interna delle quali separa dei liquidi, tappezzano tutte le cavità che si aprono al di fuori, o comunicano colla superficie del corpo, col tubo alimentare o canale intestinale, con i dutti escretori delle glandole che vi comunicano, le trachee ed i polmoni, gli organi orinarj e le cavità degli organi genitali. Esse formano così la base dei diversi organi destinati all'assorbimento ed all'assimilazione degli alimenti, alla respirazione dell'aria, alla separazione degli umori, alla preparazione ed emissione degli umori genitali.

Il tessuto cellulare condensato in membrane e disseminato di vasi dilicati forma ancora la base di sacchi più o meno considerevoli e chiusi da ogni parte, che chiamansi membrane sierose e sinoviali. La interna superficie di questi sacchi libera e tersa separa un umore acquoso che contiene dell' albumina in dissoluzione, che è continuamente ripreso dagli organi asserbenti. Al contrario l'esterna è attaccata a diversi organi per mezzo di un tessuto cellulare debole. Queste membrane colla loro superficie interna libera e secernente favoriscono i movimenti degli organi che esse tappezzano.

Le membrane sierose rinchiudono organi nei quali si eseguiscono dei movimenti involontari ed automatici. Esse inviluppano il cuore, i polmoni, il canale intestinale colle sue appendici glandulose, e gli organi destinati alla preparazione del liquido generatore. Il cervello e midollo spinale colle origini dei nervi sono egualmente rivestiti da membrana sierosa delicata, la cui esistenza è relativa ai movimenti loro comunicati dalla circolazione e dalla respirazione.

Si trovano anche delle membrane sinoviali negli animali provveduti di scheletro interno articolato all'estremità delle ossa che son mobili le une sulle altre, e parimente in molti luoghi entrano de'tendini principalmente nei punti ove essi passano sulle doccie delle ossa. Queste membrane col prodotto della loro secrezione, cioè la sinovia, son dirette a facilitare i movimenti volontari.

I vasi che s'incontrano nel maggior numero degli animali, nei mammali, negli uccelli, rettili, pesci, crustacei, aracnidi, insetti, molluschi, anelidi, raggiati, e che contengono l'umore nutritivo o plastico, preparato cogli alimenti ed assimilato, son canali ramificati nell'interno del corpo, i cui tronchi si continuano gli uni cogli altri in un modo immediato o che comunicano insieme per l'intermedie cavità del cuore. Essi hanno per base una membrana sottile, liscia alla interna superficie umettata dal succo nutritivo e composta di tessuto cellulare addensato.

Questa membrana che si adatta anche nella cavità del cuore, forma in diversi luoghi e in differenti sezioni del sistema vascolare delle pieghe, valvule, che regolano la direzione del moto del sangue effettuato dalle pareti muscolose del cuore, o da quelle contrattili dei vasi. Questa membrana esternamente è fornita di un tessuto di special natura. Quella delle sue porzioni che si spande attraverso le cavità del cuore e che unisce insieme i tronchi vascolari è ricoperta di fibre muscolari disposte a strati. In ordine alle pareti della maggior parte dei vasi, esse offrono un tessuto particolare, fibroso, giallo bianchiccio, o rossiccio pallido, che può chiamarsi fibra vascolare. Questo tessuto che circonda i vasi talvolta circolarmente, e talvolta in senso longitudinale, è dotato di una forza contrattile propria. Negli animali complicati i vasi si dividono in tre ordini, arterie, vene, e linfatici.

I vasi che si ramificano verso la periferia del corpo e che per la maggior parte partono dalle cavità del cuore son detti arterie. Essi si distinguono per la spessezza del loro tessuto vascolare che li riveste circolarmente. La loro membrana interna liscia non forma valvule che nel punto della loro uscita dal cuore per impedire il reflusso del sangue in quest'organo. Il sangue contenuto nel loro interno, da una parte, è condotto per mezzo di essi ai diversi organi che ne prendono i materiali nutritivi, e dall'altra parte è la sorgente dalla quale sono attinti i diversi umori. In una sezione particolare del sistema arterioso, che si ramifica in mezzo agli organi respiratori, si opera la conversione del succo nutritivo grezzo in sangue per effetto di un assorbimento di sostanze attirate dall'aria ammosfe-

rica e di una esalazione di acido carbonico ed acqua.

Altri vasi che hanno la loro origine negli organi e che sono in connessione immediata colle più delicate ramificazioni delle arterie si riuniscono in rami, branche e tronchi che apronsi nelle cavità del cuore o si confondono con dei tronchi arteriosi. Questi sono le vene. La loro membrana interna è liscia, e forma nel maggior numero degli animali delle valvule dirette verso i tronchi e le cavità del cuore. Il loro tessuto vascolare è delicato e quasi interamente disposto nel senso della lunghezza dei vasi. Le vene riportano al cuore ed ai tronchi arteriosi il residuo del sangue che non si è impiegato alla nutrizione degli organi ed alla secrezione degli umori speciali. Esse servono pure all'assorbimento di alcune sostanze. Da ultimo una delle sezioni di questo sistema che nasce dagli organi respiratorj riporta al cuore o ai tronchi arteriosi un sangue preparato col succo nutritivo più grossolano.

I linfatici costituiscono il terzo ordine di vasi, i quali finora non si sono scoperti che nei mammali, uccelli, rettili, e pesci. Essi hanno la loro origine dalle diverse membrane muccose, sierose, e sinoviali, e dal derma la cui base è di tessuto cellulare condensato, come anche dal tessuto cellulare distribuito negl'interstizi del parenchima degli organi. Ben vero non è ancora dimostrato che siffatti vasi nascano dalle membrane o da qualunque altro tessuto, dagli orifizj aperti, in modo che si risguarda come una cosa verosimile la loro immediata provenienza dal tessuto cellulare o muccoso. Questi vasi riunisconsi in rami, branche e tronchi, e si anastomizzano colle vene in guisa che si possono risguardare come appendice del sistema venoso La loro membrana interna è liscia e fornita nella maggior parte degli animali di numerose valvule dirette verso i tronchi. Non si è chiaramente riconosciuta in essi l'esistenza di una tunica fibrosa. La loro funzione consiste in assorbire il liquido preparato con gli alimenti nel canale intestinale, come pure le sostanze liquide poste a contatto con i tegumenti comuni e le membrane muccose. Essi riprendono ancora i liquidi segregati nelle membrane sierose e sinoviali, nel modo stesso che son destinati all'assorbimento dei materiali costitutivi degli organi che in forma liquida andarono nella sostanza medesima di questi ultimi. La disposizione delle loro valvole, la loro dilatazione al di sotto di una legatura con cui sieno compresi nell'animale vivente, provano la circolazione dei liquidi contenutivi dai rami alle branche, e per conseguenza dagli organi verso i tronchi venosi nei quali essi metton foce.

Un altro tessuto particolare agli animali è il nervoso. L'esistenza dei nervi nei mammali, negli uccelli, nei rettili, e nei pesci fu già nota ai naturalisti greci. I signori Swammerdam, Willis, e Redi colle loro ricerche anatomiche ne han discoperti pure nei crostacei, insetti, molluschi ed anelidi. Ma era riserbato allo spirito indagatore dei moderni di scoprirne ancora in molti animali della più infima classe come nelle *stelle* di mare, nelle *attinie*, nei *pirosomi*, nelle *ascidie* ed in alcuni *entozoi*, nei quali si negavano anche a tempi di Haller. Gl'infusori, i polipi, le meduse, diversi altri zoofiti, e la maggior parte degli entozoi sono i soli animali nei quali il coltello anatomico non ancora è riescito a dimostrare la loro esistenza Ma siccome noi osserviamo, in questi animali, dei fenomeni che si effettuano mediante i nervi negli animali di ordine superiore, cioè la sensibilità ed il movimento volontario, così è probabile che in quelli, la sostanza nervosa trovisi confusa con la loro massa gelatinosa o muccosa senza manifestarsi sotto forma di un tessuto particolare. (1)

Per quanto se ne può giudicare dietro le ricerche fatte finora, il tessuto nervoso in tutti gli animali consiste in una massa molle, bianca e poco consistente, la polpa nervosa. Questa massa è composta di piccioli globetti immersi in una sostanza semi-fluida, in un tessuto cellulare o muccoso tenue, che serve a riunirli insieme Lo che risulta dalle osservazioni microscopiche fatte su tal proposito. I globetti sono disposti per la maggior parte in serie longitudinali, e rappresentano le fibre midollari o nervose. Queste fibre che sono rivestite di tessuto cellulare condensato producono dei tubi o canali chiamati neuri

(1) *Tale è stata la idea di Delle Chiaje, il quale non ha mai rinvenuto nervi nelle* ascidie, attinie, asterie, echini, oloturie, *disseccate viventi ove l'autore, Cuvier Carus li ammettono, e forse perchè non si son trovati in analoga posizione marittima.* Il Trad.

bemi. Negli animali provveduti di un sistema vascolare, alcuni vasi delicati penetrano negli inviluppi nervosi e nella sostanza midollare. Negli animali che hanno un sistema linfatico, osservansi anche dei vasi linfatici nel nevrilema. I vasi presiedono alla nutrizione della sostanza nervosa, ed ai cambiamenti di composizione che le sue manifestazioni di attività producono durante la vita.

Tutte le parti della sostanza nervosa sono legate insieme nei corpi. Una porzione è disposta a raggi, ch'è distinta col nome di nervi, e le cui sottili ramificazioni entrano nella composizione di quasi tutti gli organi e tessuti; un'altra è concentrata in masse più o meno voluminose, gangli nervosi, centri e cordoni midollari. La riunione di questi ultimi forma il cervello ed il midollo spinale. Nei punti ove la sostanza midollare è accumulata, osservasi ancora un'altra materia più molle, di color grigio rossiccio o gialliccio, egualmente composta di globetti e di tessuto mucoso abbondante, nella quale si ramificano all'infinito numerosissimi vasi: è questa la sostanza grigia.

Il sistema nervoso durante la vita è l' istrumento dell'attività spirituale, ovvero delle operazioni dell'anima, della sensazione, della percezione, della coscienza e della volontà: fenomeni, che distinguono essenzialmente gli animali dai vegetabili. I nervi che penetrano nei diversi tessuti danno ai medesimi la suscettibilità ad essere affetti dagli stimoli. Il sistema stesso, producendo incitamenti, fa entrare in azione i muscoli sottoposti alla volontà. In oltre esso esercita una influenza automatica e lontana dalla capacità della coscienza, sugli organi e sugli apparecchi, le cui funzioni mantengono il corpo animale nella forma e nella composizione che gli son proprie, e gli permettono di effettuare le sue manifestazioni di attività. Esso presiede alla deglutizione degli alimenti, influisce sulla digestione e preparamento del chilo, da la spinta ai movimenti della respirazione, e mediante il moto del sangue determina la nutrizione e la secrezione. Le funzioni relative alla conservazione della specie, ossia le generative, dipendono benanche dal sistema nervoso. In somma, questo sistema è il più importante del corpo animale: quello cui si riferiscono durante la vita le manifestazioni di attività di tutte le altre parti, e di tutti gli altri organi: quello che fa esistere questi ultimi, che ricevono più o meno da esso la loro influenza e le determinazioni intorno alla maniera del loro agire. Diffuso nell' intero corpo dell'animale, esso è il legame che unisce gli organi, che li riporta all'unità, che li mantiene in questa reciprocanza di azioni ed in armonia, il cui principale effetto è la conservazione dell' individuo e della specie.

Gli animali di ogni classe, dai mammali fino ai *raggiati*, son provveduti di muscoli. Se ne sono scoperti in un gran numero di *entozoi*. Si osservano ancora nelle *attinie*, in qualche *medusa* ed in altri zoofiti, dei fascetti muscolari intessuti con la pelle esteriore. Gl'infusori, i polipi e diversi altri animali gelatinosi sono i soli nei quali non si è osservato tessuto muscolare. I muscoli di tutti gli animali son composti di fascetti bianchi, giallicci o rossi, molli, riuniti per mezzo del tessuto cellulare, ed essi stessi formati di fibre sottili, sulla natura delle quali gli anatomici han molto disputato. Tutto ciò che può affermarsi finoggi si è, che queste fibre non sono vuote, ma bensì piene. Molti naturalisti pretendono di aver riconosciuto per mezzo del microscopio, che le medesime son composte di globetti, che sembrano disposte a serie, e riunite alle loro estremità. I muscoli hanno per loro base una materia animale, cioè la fibrina, che prende la forma filamentosa nel separarsi dal sangue. Negli animali di età avanzata, penetrano in questi organi alcuni nervi che si diffondono in sottili ramificazioni tra i fascetti e le fibre. Oltracciò i muscoli di tutti gli animali che hanno un sistema vascolare sanguigno, ricevono un grandissimo numero di vasi che loro conducono il sangue, e presiedono alla loro nutrizione, rendendoli così capaci di esercitare le loro manifestazioni proprie di attività.

Durante la vita i muscoli hanno la proprietà di raccorciarsi, farsi più spessi o contrarsi secondo l'azione degli stimoli che operano su di essi o sopra i nervi: e quando tali eccitazioni cessano, rilasciarsi e ritornare nel loro stato primitivo. Questa proprietà dicesi irritabilità. Gli stimoli che provocano la contrazione dei muscoli sono o i voleri, cioè gli eccitamenti generati nelle masse nervose, donde essi si propagano agli organi muscolari per mezzo dei nervi: o delle influenze che il sangue ed i diversi liquidi segregati esercitano su i muscoli cavi: o finalmente stimoli prodotti dagli alimenti e dall'aria, che penetrano nelle cavità degli animali, o da cagioni meccaniche o chimiche, che operano esternamente sul corpo di questi ul-

timi. Le parti muscolari dotate d'irritabilità effettuano la maggior parte dei movimenti, che han luogo negli animali.

La disposizione dei muscoli è molto varia negli animali. Alcuni formando una massa densa e forte, sono situati sotto la superficie interna dei comuni tegumenti, come negli *entozoi, raggiati, anelidi,* ed in taluni *molluschi;* connessi con i gusci calcarei, come nei molluschi univalvi, bivalvi e moltivalvi, ovvero attaccati a parti cornee o terrose, articolati esternamente come negli insetti e nei crostacei. Negli animali forniti di scheletro interno articolato, come i pesci, i rettili, gli uccelli ed i mammali, la maggior parte dei muscoli si attaccano alle ossa. Questi muscoli producono il movimento delle membra e dell'intero corpo. Se ne trovano eziandio nella bocca, negli organi della masticazione, dei sensi, della respirazione, della voce, e dei genitali, i cui movimenti si effettuano per mezzo di essi. Un'altra porzione del tessuto muscolare si estende sulla superficie esterna delle membrane. I fascetti carnosi più o meno spessi, che rivestono la membrana interna e liscia del sistema vascolare sanguigno, su i punti dove si riuniscono le vene con i tronchi arteriosi, rappresentano il cuore, organo principale della circolazione del sangue. Nella superficie esterna di tutte le membrane muccose trovansi benanche delle espansioni muscolari. Quella della membrana muccosa intestinale effettua il movimento delle sostanze alimentari introdotte in questa cavità, e dei liquidi segregati che vi si mescolano per coadjuvare la digestione. Quella della membrana muccosa dei polmoni e della trachea prende parte alla rinnovazione dell'aria in questi organi. Un'altra che tappezza gli ureteri e la vescica opera il movimento dell'orina separata dai reni. Da ultimo, lo strato disteso sulla membrana muccosa dell'apparecchio genitale di ambi i sessi presiede a quello dell'umor seminale e delle uova.

Le ossa e le cartilagini, le più dure e le più fitte di tutte le parti degli animali, non differiscono essenzialmente le une dalle altre rispetto alle sostanze che entrano nella loro composizione. Tutte contengono una sostanza animale combustibile e molte materie inorganiche. La prima si discioglie nell'acqua e si converte in colla col bollire. Essa ne costituisce la base, e prende la loro forma organica durante la vita. Essa è penetrata dalle materie inorganiche, fosfato e carbonato di calce, e diversi altri sali che vi si depositano dalla massa degli umori, negli atti della nutrizione e della formazione. La proporzione di tali materie in ordine alla sostanza animale, fa sì che una parte sia un osso o una cartilagine. Tutte le ossa cominciano dall'essere cartilagini, e queste nel momento della loro apparizione nel feto, si compongono di una sostanza semifluida, analoga al tessuto cellulare o muccoso, nella quale da principio si deposita una materia atta a coagularsi ed indurirsi, probabilmente dell'albumina, la quale sembra non acquistare le proprietà della gelatina, che per effetto del bollimento. Appena che il tessuto cellulare n'è penetrato, esso sotto la forma di una massa quasi omogenea, sembra assai simile all'albumina coagolata, ch'è la sostanza cartilaginea. A norma che le materie terrose vi si depositano, si veggon comparire delle fibre dure e reticolate rappresentanti il sistema osseo. Queste fibre sono talvolta larghe ed allontanate, formando in tal caso il tessuto interno celluloso o spugnoso delle ossa: talvolta disposte a piastre o strati uniti insieme gli uni agli altri per mezzo di fibre, e costituiscono il tessuto compatto esterno o corticale. Ogni osso che vien privato delle sue materie terrose mercè l'azione degli acidi, ricompare colle qualità di una cartilagine finchè esse dipendono da chimica composizione, ma nondimeno conserva la forma organica dell'osso.

Le ossa nelle quali si distribuiscono vasi sanguigni delicati che presiedono alla loro nutrizione, sono assai varie negli animali in quanto alla loro configurazione, disposizione e connessione. Nei mammali, negli uccelli, nei rettili e ne'pesci, esse son situate nell'interno del corpo, separate per mezzo di muscoli dai comuni tegumenti. Nulladimeno, la pelle immediatamente le ricopre in gran numero di punti, sulla testa dei pesci e dei rettili non che sugli scudi pettorali e dorsali delle tartarughe. Con la loro qualità di parti dure e solide esse forniscono un inviluppo che guarentisce la massa centrale del sistema nervoso, il cervello ed il midollo spinale, sui quali esse si modellano nel feto in cui non appariscono, che dopo formati gli accennati organi. Il midollo spinale è circondato da ossa anulari mobili le une sulle altre, ossia le vertebre, il cui numero fino ad un certo punto è proporzionato a quello dei nervi che nascono dallo stesso midollo, e la superficie esterna delle quali colle sue protuberanze di cui essa è guernita, dà i punti di attacco ai muscoli. Altre ossa sulle quali si ri

conoscono anche alcune tracce di forma vertebrale, e che son riunite insieme colle loro suture mediante massa cartilaginea, formano il cranio o l'inviluppo del cervello e delle origini dei nervi. Un gran numero di pezzi ossei attaccandosi al cranio, e lasciando degli spazi tra loro, formano le cavità ove si contengono gli organi dei sensi. Taluni si articolano insieme in guisa che conservano la loro mobilità, formano la cavità della bocca. I denti destinati a dividere gli alimenti sono impiantati in queste ossa, alle quali attaccansi benanche i muscoli, la cui azione determina il prendimento, lo sminuzzamento e la deglutizione delle sostanze alimentari. Colle ossa del tronco si articolano lateralmente nei mammali, negli uccelli, e nella maggior parte dei rettili, le coste curvate ad arco, le cui estremità anteriori o inferiori, quasi sempre costituendo ossa a parte, vanno ad unirsi con i pezzi dello sterno. Le coste inviluppano e garantiscono gli organi della respirazione, il cuore e gli organi della digestione. Nelle tartarughe, ove esse son larghe e riunite per mezzo di suture, del pari che le ossa sternali, le medesime producono il guscio ed il piastrone. Nei pesci trovansi delle ossa fatte ad arco, mobili e simili a delle costole, le quali si articolano sul cranio e che danno dei punti di appoggio alle branchie.

Le ossa delle membra rappresentano delle leve di diverso genere, che sono fissate nelle articolazioni da organi solidi, sebbene flessibili, i legamenti, e che la contrazione dei muscoli ai quali essi servono di attacco, rende atti ad eseguire dei movimenti, la cui direzione ed estensione variano secondo la forma delle superficie articolari. Le ossa delle membra posteriori che si articolano colla colonna vertebrale nella maggior parte degli animali formano colla loro unione un cavo chiamato bacino, in cui son situati gli organi genitali, il serbatojo dell'orina, e l' estremità inferiore del canale alimentare.

S'incontrano benanche delle ossa negli organi sensorii di parecchi animali, dove le medesime servono di punto di appoggio e di attacco ai muscoli. Tali sono i pezzi dell'osso ioide, l'anello osseo e le scaglie ossee nell'occhio di molti uccelli, di diversi pesci, e gli ossicini dell'organo dell'udito. Parimente delle lamine ossee contribuiscono all' ingrandimento della membrana dell'odorato. Nel cuore di molti ruminanti si trova un osso a cui si attaccano dei fascetti muscolari. In alcuni animali la verga e la clitoride hanno un sostegno osseo. Finalmente ve ne sono ancora altri che presentano laminette ossee nella pelle, come i *tatou,* i *coccodrilli* e molti pesci, i *cofri* e *baliste,* gli *storioni* etc.

Fra le cartilagini, alcune sono dischi elastici che tappezzano l'estremità di ossa articolate insieme e mobili; altre servono a riunire i pezzi ossei che non possono effettuare alcun movimento; molte contribuiscono a formare talune cavità come sono quelle delle costole, dei pezzi sternali, e delle ossa del bacino; altre infine sostengono degli organi molli, e ne determinano la forma, come le cartilagini del naso, dell'occhio, delle palpebre, della laringe e dell'asperarteria.

Le manifestazioni della vita nelle ossa e nelle cartilagini si riducono ai soli fenomeni della nutrizione e della formazione, che le fan godere della loro forma e delle altre qualità necessarie al loro ufizio.

Le ossa degli animali vertebrati possono paragonarsi, in quanto alla chimica composizione, alla struttura ed all'uso, agli inviluppi e gusci calcarei dei molluschi e dei crostacei, che sono o confusi con i comuni tegumenti, ovvero depositati tra questi e l'epidermide, ed alle quali si attaccano la maggior parte dei muscoli. Le conchiglie dei molluschi che offrono tante differenze per la forma e pel numero dei loro pezzi, non che per la loro grandezza e maniera di unirsi col corpo, son composti secondo Hatchett di strati laminari, membranosi, simili all'albumina coagulata, nei quali si depositano le materie terrose, principalmente carbonato, e qualche volta anche del carbonato di calce. Le parti dure dei crostacei che rappresentano uno scheletro articolato esterno, secondo l'analisi di Hatchett, John, Merat-Guillot e Chevreul son formate da una sostanza animale simile all'albumina, di una gran quantità di carbonato di calce, e di un poco di fosfato di calce, con tracce di fosfato di magnesia e cloruro di sodio. Negl'insetti, i tegumenti cornei rappresentano le ossa, e danno dei punti di attacco ai muscoli. Dessi son composti di albumina coagulata e disseccata, di alcune tracce di sali, e di una materia particolare, scopertavi da poco da Odier, la *citina.* Le parti articolate e mobili in forma di vertebre che si osservano nelle *asterie,* sono analoghe alle ossa, al pari dei pezzi incastrati dei ricci di mare che

contengono una materia animale con molto carbonato e poco fosfato di calce. In fine si possono riferire alla medesima categoria i coralli che talvolta formano un tronco che serve a sostenere la massa molle e gelatinosa formata dalla riunione di più polipi, come nelle *gorgonie*, nelle *sertularie*, e nelle *isidi*, e talvolta collocano i polipi nelle loro cellule ed interstizi, come osservasi nelle *madrepore*, nelle *tubipore*, etc. I coralli cornei o terrosi medesimi son composti di sostanza animale coagulata che ussomiglia all'albumina, e di carbonato di calce in variabile proporzione.

Delle parti tendinose o fibrose, che prendon diverse forme e disposizioni, s' incontrano principalmente negli animali delle quattro classi superiori, i vertebrati. Il tessuto che ne forma la base rappresenta filamenti argentini, brillanti, duri, forti e flessibili che sembrano composti di un tessuto cellulare assai spesso e penetrato di allumina coagulata. Facendosi stare lungamente immersi nell'acqua, essi si riducono in una sostanza fioccosa che assomiglia al tessuto cellulare. Col bollire al pari delle cartilagini si convertono in gelatina. Una porzione del tessuto fibroso si distende in membrane, ed aderisce alla superficie esterna delle ossa e delle cartilagini, ove prende il nome di periostio o pericondrio. Altre membrane fibrose che formano le così dette aponevrosi, rivestono dei muscoli che sono così da esse ritenuti nella situazione rispettiva, ove debbono rimanere per potersi effettuare i movimenti. Alcuni organi fibrosi, diversamente configurati, fissano le ossa alle articolazioni come i legamenti articolari, o riempiono i vuoti che essi lasciano tra loro, come i legamenti interossei. All'estremità o origini dei muscoli veggonsi dei cordoni fibrosi, i tendini, per mezzo dei quali le ossa sono attirate nell'atto della contrazione delle fibre muscolari. Da ultimo, la natura si è servita di membrane fibrose per inviluppare e difendere talune parti delicate e molli: tali sono quelle del cervello e del midollo spinale, la sclerotica, la membrana fibrosa che riveste la reticella vascolare del membro virile e della clitoride, quella della milza colle sue appendici reticolate, la tunica albuginea del testicolo (1). Una combinazione di tessuti fibrosi e cartilaginei forma cartilagini fibrose e legamentose che contransi in diversi punti. Le parti fil se perlopiù non ricevono che pochi · per la loro nutrizione. In esse la · non si manifesta che per la nutrizio che loro conserva la forma e la chin composizione che le son proprie, insie colle qualità che ne dipendono.

Si possono paragonare alle parti fibr degli animali vertebrati le masse legam tose dei molluschi che attaccano insie le valvule nella cerniera. Le parti m ai muscoli che osservansi nei crostacei negl'insetti sono in verità egualmente re, bianche e rilucenti, ma esse prop mente parlando non sono fibrose.

Da ultimo, il tessuto corneo forma base di parti delle quali le une occup la faccia esterna ossia la pelle degli mali, nel mentre che le altre son di minate alla superficie della membrana r cosa dell'apparecchio digestivo e genit Esso presentasi sotto la forma di una stanza perfettamente omogenea, traspar te, più o meno solida e variamente c rata senza vasi e nervi. In tutti gli a mali vertebrati, il medesimo produce tegumenti comuni uno strato di spesse variabile, sovente composto di molte minette, che chiamasi epidermide, e c l'estremo limite del corpo animale. Gli nimali che vivono all'aria hanno l'epi mide secca simile al tessuto corneo, spessa nei luoghi ove fansi strofinazio così è la pianta dei piedi, le palme d mani, la superficie atta a ravvolgersi d code prensili, le callosità delle natic ecc. Gli acquatici come i *cetacei*, i *traci*, i *tritoni* ed i pesci l'hanno mc e quasi mucosa. Sulle scaglie calcare le croste cornee dei crostacei, degl'inse dei molluschi, degli echinodermi, co pure sulla pelle nuda delle lumache e gli anelidi vedesi ancora una vera epid mide. Soltanto negli animali molli e ge tinosi non si può osservare distintamer Il tessuto corneo forma benanche la b di diverse parti che servono a cuoprir garantire gli animali, come peli, sete, s ne, scaglie, piume, scudi, unghie, ed che astucci di corna e di becchi.

La membrana mucosa del sacco alim tare in molti luoghi è pure coperta di na membranuccia simile, che chiamasi

(1) *E. Delle Chiaje ha dimostrato alla nostra R. Accademia delle Scienze tendinea natura dei processi ciliari coroidei dell'uomo, del cavallo, bue, monto porco, cane, ec.* Il Trad.

pitelio. Questa pellicola è coperta spessissimo, sulla lingua, da punte e da scaglie. Essa è ben distinta nell'interna superficie dell'esofago, non che sulla pancia dei ruminanti, sullo stomaco del formicajo scaglioso *(manis)*, nel ventriglio di quasi tutti gli uccelli, nello stomaco di certi crostacei e d'insetti ec.

Il tessuto corneo presentasi qualche volta alla superficie della membrana mucosa delle parti genitali, specialmente della verga, in forma di spine o di scaglie. Ciò osservasi tra gli altri nei gatti, in molti rosicanti, nei serpenti (1) ec.

Questi tessuti dei quali alcuni sono generalmente sparsi ed incontransi in tutti gli animali, ad eccezione dei più semplici, nel mentre che altri son limitati soltanto a certe classi, mercè la loro unione in numero più o meno grande e per i loro diversi modi con cui si combinano e si dispongono, generano le parti sulle quali s'imbatte immediatamente quando si notomizza un animale, e che chiamansi organi addetti all'esercizio di certe funzioni. Tali sono il tubo intestinale, il fegato, le glandule salivali, il cuore, i polmoni, le branchie, i reni, i testicoli, le ovaja, il cervello, la lingua, gli occhi, i muscoli, le ossa ec. Nessuno di questi organi risulta da un solo tessuto, ma sempre se ne uniscono più per produrlo. Quelli che entrano in quantità più o meno grande nella composizione di quasi tutti gli organi, sono il tessuto cellulare, il vascolare ed il nervoso, di cui le diverse parti formano un tutto continuo nel corpo intero dell'animale. Fra quelli che uniti ai precedenti non contribuiscono che alla produzione di certi organi, si annoverano il tessuto muscolare, il fibroso, il cartilagineo e l'osseo, i quali non formano un tutto continuo nell'intero corpo, ma sono più o meno isolati, o limitati a certi organi. Gli organi formati dal complesso di diversi tessuti, presentano più gradi sotto il rapporto della composizione: il canale intestinale, i polmoni, le glandule, gli organi dei sensi, il cervello, le parti genitali, ec. in somma tutti quelli che si chiamano visceri, sono assai composti: i muscoli, le ossa, le cartilagini, i legamenti, e le membrane diverse lo sono meno.

Gli organi si riuniscono, negli animali, in gruppi che durante la vita hanno la facoltà di eseguire una funzione principale per la loro attività riunita. A questi gruppi si può dare il nome di apparecchi. Così si distinguono gli apparecchi per la digestione, per la respirazione, pel moto del sangue, pel senso, pel movimento, per la generazione ec. Tutti gli animali di classi superiori o perfetti risultano dall'unione di diversi apparecchi, che sono concatenati gli uni agli altri per mezzo dei tessuti generalmente sparsi nel corpo, come i nervi, ed i vasi, e di cui il numero e la composizione sono tanto più considerevoli, per quanto le manifestazioni di attività o di vita che osservansi in questi esseri, sono esse stesse più numerose.

Facendo noi attenzione sulle funzioni che sono eseguite dagli apparecchi, possiamo convincerci, che, come nelle piante, esse son relative, alcune alla conservazione dell'individuo, e le altre alla riproduzione della specie. Tra le prime si annoverano la digestione o assimilazione degli alimenti nel canale intestinale, l'assorbimento, la respirazione, la circolazione del sangue, la nutrizione e la secrezione. Alla seconda classe appartengono le funzioni degli apparecchi della generazione. Indipendentemente da queste funzioni, ve ne sono altre, negli animali, le quali consistono nell'esercizio di manifestazioni di attività, di cui i vegetabili sono affatto sforniti, cioè le operazioni dell'anima. L'apparecchio destinato ad effettuare queste funzioni speciali è il sistema nervoso. Alla periferia dell'apparecchio medesimo esistono degli organi o apparecchi più piccoli, cioè gli organi dei sensi, i quali, esposti alle impressioni degli agenti esterni, possono determinare eccitamenti diversi nel sistema nervoso. Oltraciò, i nervi hanno infinite connessioni con i muscoli, che sono fissati tanto alla pelle, che alle parti cornee o terrose articolate e mobili, e che costituiscono, insieme con queste parti, l'apparecchio locomotore. L'animale mediante gli stimoli indotti nel suo sistema nervoso può eseguire diversi movimenti mercè i quali egli reagisce con la propria attività sugli agenti esterni, gli adatta alle sue inclinazioni, ai suoi sentimenti, ai suoi bisogni, alle sue idee, e si procura le condizioni esterne necessarie alla conservazione della vita sì nell'individuo, che nella specie. L'ani-

(1) *F. Delle Chiaje l'ha scoperta nella vagina della* doride argo *e nel membro genitale del* gallo-indico. Il Trad

male può anche, mercè i movimenti, sottrarsi alle influenze esterne nocive, o combattere contro esse.

Gli animali sono dunque corpi organizzati di specie particolare, avendo per base tessuti propri, che sono più numerosi e più variati di quelli delle piante. Questi tessuti rappresentano organi ed apparecchi svariati, mentre i vegetabili hanno organi ed apparecchi meno risaltanti. Nel tempo stesso che una più gran complicanza e diversità di organizzamento noi ravvisiamo negli animali, vediamo una somma di manifestazioni differenti di attività più considerevole di quella delle piante. I fenomeni della loro vita non consistono nelle sole funzioni della nutrizione, della generazione e della formazione, come quelli dei vegetabili; ma essi ne presentano benanche degli altri che gli sono particolari, cioè quelli della sensazione, della percezione, e del movimento volontario, che noi comprendiamo sotto il nome complessivo di fenomeni della vita animale.

Oltre le differenze esposte tra gli animali ed i vegetabili, ve ne sono ancora altre, sulle quali andiamo a dare una rapida occhiata.

Nell'organizzazione degli animali, osservasi una tendenza ben distinta a produrre moltissime e differenti parti, sieno semplici, sieno tutto al più doppie, ed in tal caso di forma assolutamente simile, cioè di conciliare il più gran numero di organi colla più grande diversità di conformazione, come lo ha dimostrato I. F. Meckel. Tra gli organi unici si annovera il cervello e la midolla spinale, il cuore, il canale intestinale, le ossa situate nella linea mediana o nell'asse del corpo, massime quelle alla base del cranio, come le vertebre ed i pezzi che formano lo sterno, e da ultimo i muscoli sfinteri che sono in picciol numero, ed il diaframma. Sebbene nella composizione della colonna vertebrale entrino sovente numerosissime ossa, pure per la maggior parte del tempo ciascuna di esse ha una forma talmente caratteristica negli animali composti, che possono considerarsi tutte come uniche. La categoria delle parti pari o doppie, comprende la maggior parte degli organi dei sensi, le mascelle, i denti, e le glandule salivari, i polmoni e le branchie, i reni, i testicoli, le ovaja, le ossa laterali della testa e del tronco, quelle delle membra, ed in fine la maggior parte dei muscoli che sono doppii soltanto per ragion della loro forma, ma presentano intanto questa gran differenza, che si può riconosce[re in] essi, se appartengano al lato diritto, [o al] sinistro del corpo. I peli, le penne [e le] scaglie, sono le sole parti che tr[ovansi] moltiplicate in gran numero sotto l[a me]desima forma. Veggonsi sovente a[nche] presso gli animali di una struttura [sem]plice, particolarmente nei *raggiati*, [le] parti esterne ed interne riprodursi [po]chie volte sotto una medesima forma [Nel]le piante, al contrario, predomina la [ten]denza a moltiplicare sovente fino a [cen]naja e migliaja di volte, alcune part[i che] si rassomigliano per la forma, co[me lo] provano particolarmente le sottili ra[dici, le] barbe, le foglie ed i fiori.

I vegetabili e gli animali sono gl[i uni] all'inverso degli altri sotto l'aspetto [della] disposizione e della situazione degli [orga]ni. Nelle piante, tutte le parti rico[noscibi]bili come organi particolari, cioè le [radi]ci, le foglie ed i fiori, insieme col c[alice] cogli stami e col pistillo, sono situat[i all']esterno, nel mentrechè nell'interno n[on vi] sono organi speciali manifestamente [osser]vati, come ha fatto osservare R. G. [Tre]ranus. Al contrario negli animali tu[tti gli] organi importanti, quelli cioè che [sono] necessarii alla conservazione dell'indi[viduo] e della specie, e quelli che effettua[no le] manifestazioni di attività animale, oc[cupa]no l'interna parte del corpo. Gli o[rgani] addetti alla digestione, la maggior [parte] ancora di quelli della respirazione [per la] più parte del tempo, il cuore, i d[iversi] organi secretori, il sistema nervoso, [i mu]scoli e gli organi destinati alla pr[epara]zione dell'umor genitale, si trovano [all'in]terno situati per lo più in particola[ri ca]vità, e difesi da proprii inviluppi [mem]branosi. Non vi sono situati all'es[terno] che gli organi meno importanti, il c[ui de]stino è quello della conservazione i[mme]diata del corpo, come gli organi dei [sen]si, spesso ancora quelli della generaz[ione] e le diverse parti connesse con i co[n]tegumenti, come i peli, le piume, l[e sca]glie, le unghie e le parti cornee.

Si osserva dunque nelle piante un[a ten]denza all'espansione e distendimento [peri]ferico dell'organizzazione, come Aris[totile] aveva già osservato. Ma negli animali [pre]domina quella di mandar le parti i[n den]tro e di concentrare gli organi nell'i[nter]no. E perciò si è detto che le piant[e so]no animali rovesciati in fuori, e gli [ani]mali sono piante rovesciate indentro.

A questa opposizione che si rilev[a tra] gli animali ed i vegetabili sotto l'a[spetto] della situazione e disposizione delle

si aggiunge che nei primi vi sono alcuni organi centrali come li chiama Bichat, i quali non si veggono affatto nelle piante. In tutti gli animali complicati, e ciò di una maniera tanto più sensibile, per quanto la loro organizzazione è più complessa, si osservano degli organi situati all'interno del corpo sulla linea mediana o l'asse, e per la maggior parte dispari, donde nascono dei prolungamenti raggiati, che si estendono per tutto il corpo, guadagnandone la periferia. Questa classe di organi centrali comprende il cervello, e il midollo spinale, gli ammassi di sostanza nervosa, che si dicono gangli nervosi, ed il muscolo cavo, che ha connessioni con i tronchi vascolari sanguigni, cioè il cuore. Dal cervello, dal midollo spinale e dai gangli nervosi partono in forma di raggi i nervi che entrano nella composizione di tutti gli organi, e che li collegano agli organi centrali. I tronchi vascolari comunicanti con le cavità del cuore, e contenenti l'umor nutritivo o formatore, il sangue, si dividono in branche successivamente decrescenti, le cui più dilicate ramificazioni terminano alla periferia del corpo, in diversi organi.

Gli organi centrali essendo legati con tutti gli organi dell'animale mediante i loro raggiati prolungamenti, i nervi ed i vasi sanguigni che agiscono su di essi durante la vita, li concatenano gli uni con gli altri, e sono le origini dell'azione reciproca ch'ha luogo tra loro. Quanto più i fenomeni della vita addiventano intensi e moltiplicati negli animali, tanto più le manifestazioni di attività degli organi, e degli apparecchi situati alla periferia dipendono da quelle degli organi centrali.

Nelle piante non esistono organi centrali, che mandino prolungamenti del corpo intero, e che ne uniscano insieme intimamente le diverse parti. Ciò non ha guari è stato dimostrato da Schultz. Quindi avviene che le diverse parti di un vegetabile non sono così strettamente concatenate e dipendenti le une dalle altre nelle loro manifestazioni di attività, come lo sono gli organi e gli apparecchi degli animali. Le piante non hanno affatto centri, nè organi centrali paragonabili al cervello ed al cuore degli animali.

Nel più gran numero di animali, specialmente in tutti quelli, che hanno una organizzazione complicata, come i mammali, gli uccelli, i rettili, i pesci, i crostacei, gl'insetti, gli aragnei, e gli anelidi, nella loro intima tessitura, massime negli apparecchi della vita animale propriamente detti, regna rimarchevolissima simmetria, e tale che questi organi son formati da due metà eguali, o che essi si ripetono in ciascuna metà del corpo. Questa disposizione è sensibile soprattutto nel cervello e nel midollo spinale, i quali son composti di due meta simili, che s'immedesimano sulla linea mediana. Essa ritrovasi pure secondo le osservazioni di Autenrieth nei *pleuronetti*, malgrado il difetto parziale di simmetria, che vedesi all'esterno di questi animali. Tutti i nervi e gli organi dei sensi, gli organi locomotori, lo scheletro, ed i muscoli hanno egualmente simmetrica conformazione. Questa simmetria si osserva parimente in molti organi addetti alla nutrizione ed alla generazione, nell'apparecchio della masticazione e nelle glandule salivari, negli organi della circolazione, nel cuore, nei reni e negli organi genitali. Il canale intestinale medesimo, sebbene in generale non simmetrico, sotto il rapporto della situazione, è composto di due metà eguali. Questa simmetria interna sembra avere principalmente la natura e soprattutto il modo di formazione e di sviluppo del sistema nervoso. Almeno questo sistema è quello che fra tutti gli apparecchi simmetrici apparisce il primo nel feto. La simmetria degli altri apparecchi è intimamente connessa con la sua, che sembra essere ancora la cagione di quella che si osserva all'esteriore. Negli animali, la cui forma esterna è raggiata, il sistema nervoso e le parti interne hanno ancora una disposizione a raggi.

Le piante, che non hanno organi centrali simmetrici, non presentano, nè all'esterno, nè all'interno, alcuna traccia di questa divisione in due metà eguali, che sembra essere la legge dell'organizzazione animale.

Il carattere dell'individualità, il quale appartiene soltanto agli esseri viventi, risalta più negli animali che nei vegetabili. Quanto più la struttura degli animali apparisce complicata, tanto più i loro organi ed apparecchi sono numerosi, e vari; quanto più gli organi centrali, il cuore ed il cervello sono sporti e sviluppati, tanto meno ancora questi esseri possono perdere delle parti senza cessar di vivere, e più è loro applicabile l'idea di Kant, che i corpi organizzati sono esseri, le cui parti le une rispetto alle altre fanno l'uffizio di causa e di effetto, di mezzo e di fine. Al contrario quanto più la loro struttura è uniforme e semplice, tanto meno osservansi in essi organi centrali rilevati, e più

essi prestansi ad esser divisi senza perdere la vita, come avviene a molti *anelidi, entozoi, raggiati* e *polipi.*

Le piante che sono sprovvedute di organi centrali, le cui diverse parti si assomigliano più in riguardo alla loro struttura, e non sono nè sottoposte ad una reciprocanza di azione tanto esatta, nè tanto strettamente concatenate in modo da formare un tutto unico, appajono meno concentrate in esse medesime che gli animali. La maggior parte dei vegetabili viventi, gli alberi e gli arboscelli sono divisibili, e le parti che se ne distaccano possono addivenire novelle piante, come lo provano la moltiplicazione per mezzo di margotti e quella stessa di certi vegetabili per mezzo delle loro foglie. Le parti dei vegetabili facilmente si permutano tra esse le loro forme e funzioni, e possono rimpiazzarsi le une con le altre (1). Esse non sono dunque tanto distinte, quanto quelle degli animali. Quindi le piante, specialmente le perenni, debbono essere considerate piuttosto come aggregazioni d'individui, che come individui propriamente detti, siccome han dimostrato Darwin (2), Du Petit-Thouars (3) e Decandolle. Si giunge ancora per mezzo dell'innesto a marza a riunire individui diversi sulla stessa pianta.

Il carattere del sesso stabilisce tra gli animali ed i vegetabili una differenza maravigliosa, sulla quale Hedwig la prima volta ha richiamata l'attenzione. Infatti egli è stabile negli animali forniti di [illegible]gani genitali propriamente detti, nel n[illegible]tre che nelle piante è di passaggio, [illegible]mitato soltanto ad un breve periodo d[illegible] loro esistenza. In generale, gli organi [illegible]nitali degli animali non si distruggon[illegible] fatto dopo aver eseguite le loro funzi[illegible] e negli animali la cui vita dura più di[illegible] anno nello stato adulto, essi possono [illegible]perarsi più volte. Al contrario tutt[illegible] piante tanto annuali, che perenni non [illegible]provvedute di organi genitali che per [illegible]ve tempo. Questi organi si distrugg[illegible] nell'istesso tempo in cui compiono la [illegible] funzione, dopo la quale le piante addi[illegible]tano prive di organi sessuali, appunto [illegible]me trovansi gli animali nel primo te[illegible] soltanto della loro esistenza nell'embri[illegible] Le piante perenni in ogni anno svilu[illegible]no nuovi fiori, ed in questo tempo sol[illegible]to esse offrono completamente il carat[illegible] della specie.

Gli organi, che preparano la sost[illegible] genitale tanto mascolina che femmine[illegible]no, nella maggior parte degli animal[illegible] mammali, gli uccelli, i rettili, i pesci [illegible] i crostacei, i ragni, gl'insetti, in q[illegible] tutti i molluschi, particolarmente nei [illegible]falopodi, ascaridi fra gli entozoi etc. [illegible]tuati in individui diversi, e la spec[illegible] rappresentata da esseri provveduti di [illegible]ferenti organi sessuali. Presso un pi[illegible] numero di animali inferiori, gli orga[illegible] ambi i sessi trovandosi riuniti nell'ist[illegible] individuo, chiamasi perciò ermafro[illegible]

(1) *Un albero, che si pianta a terra dopo di averlo coltivato, sviluppa [illegible]glie dalle sue radici, e radici dai suoi rami, come è stato dimostrato dall'e[illegible]rienze di Agricola, Magnol, Duhamel* (Fisica degli alberi, tom. II.) *e da altri.*

(2) Phytonomia. *Londra* 1800, *in* 4, *vol. I. Darwin risguardava le gemm[illegible] i rami, che ne nascono, come individui.*

(3) Organografia vegetale. *Parigi* 1827. *t. II, p.* 238. « *Noi consideriamo [illegible]* « *me individuo ogni germe sviluppato; cioè:* 1. *talvolta una semenza, suppone[illegible]* « *che, siccome ciò ha luogo in talune piante annuali, essa produce uno stelo s[illegible]* « *rami:* 2. *ora un ramo considerato come un germe qualunque sviluppato. In [illegible]* « *sto senso ancora un albero è l'aggregato di un individuo primitivo nato da[illegible]* « *me, e da tutti gl'individui sviluppati da germi non fecondati, e che si sono [illegible]* « *luppati gli uni sugli altri, ed han formato i prolungamenti o le ramificaz[illegible]* « *dell'individuo primitivo.* »

(4) *Egli non è ancora abbastanza dimostrata nei pesci la esistenza del[illegible] ermafrodismo, cioè d'individui, che riuniscono ambi i sessi, come hanno ass[illegible] Cavolini,* (Erzeugung der Fische, p. 82.) *per qualche specie di perca, e recen[illegible]mamente Ev. Home,* (Phil Trans. 1825, t. II, p. 267, 1823. t. I, p. 120) *pe[illegible] lampredi, le missine, e le anguille. Jacobi l'ha messo in dubbio per le* barsh. ([illegible]menti di fisiologia e notomia comparata, t. III, p. 128.) *Bojanus dice aver tro[illegible] una lampreda maschio.*

Delle Chiaje nella lampreda e nell'ammoceta non favoreggia affatto l'erm[illegible]dismo, avendo osservato fra 30 individui di detti pesci sempre delle femmine [illegible] uova più o meno ingrossate. Il Trad.

Questa circostanza ha luogo tra i molluschi, i gasteropodi dei generi *helix*, *limax* ed altri, e secondo le ricerche di Home, nei *lepas*. I due sessi nella classe degli anelidi, nelle sanguisughe e vermini terrestri, ed in quella degli entozoi nelle tenie, si veggono benanche riuniti. Sebbene in essi ogni individuo rappresenti la specie, pure vi sono pochi di questi animali, che si fecondino essi stessi; per la maggior parte del tempo l'influenza reciproca delle parti genitali di due individui, cioè un doppio accoppiamento è necessaria per compiere l'atto della generazione, come si verifica nei gasteropodi di sopra citati, e nei vermini di terra (1).

Al contrario nella maggior parte delle piante gli organi genitali mascolini e femminei son riuniti in uno stesso fiore, e questi esseri in tal caso sono ermafroditi; ovvero gli organi sessuali trovansi in diversi fiori sulla stessa pianta, e tali piante diconsi perciò *monoiche*. Questa ultima circostanza ha luogo fra le *monocotiledoni*, nelle piante appartenenti alle famiglie delle aroidee *(arum, caladium)*, delle tifacee *(typha, sparganium)*, delle ciperioidee *(carex, scleria)*, delle palme *(areca, cocos, caryota)*, delle graminacee *(zea, coix)*; tra le *dicotiledoni* nelle piante che fan parte della famiglia delle conifere *(panus, casuarina, thuya, cupressus)*, delle mirificee *(hernandia)*, delle urticacee *(urtica)*, dell'euforbiacee *(croton, jatropha, ricinus, buxus)*, delle amentacee *(fagus, carpinus. betula, quercus, corylus, juglans)*. Gli organi genitali son distribuiti sopra differenti individui della stessa specie, che chiamasi perciò dioica: fra le monocotiledoni nelle piante della famiglia delle pandanee *(pandanus)*, palme *(phaeonix)*, asparaginee *(smilax, dioscorea, ruscus)*: e tra le dicotiledoni, nelle piante della famiglia delle conifere *(juniperus, araucaria)*, miristicee *(myristica)*, urticacee, *(cannabis, humulus)*. amentacee *(salix, populus, broussonetia, myrica)*, euforbiacee, *(mercurialis)*, chenopodiee *(atriplex)*. terebintacee *(pistacia)* etc.

Quindi è che vedesi più spesso nei vegetabili che negli animali la riunione dei due sessi, rappresentando così l'intera specie, nel tempo medesimo che essi costituiscono una riunione d'individui, poichè essi portano frequentemente molti fiori, mentre che negli animali il numero dei testicoli e delle ovaja non sorpassa mai i due in uno individuo. Secondo G. R. Treviranus la riunione degli organi appartenenti ai due sessi in un sol fiore ed un numero indeterminato di questi organi formano la massima caratteristica dell'organizzazione vegetale, mentre che il contrario costituisce la minima di questa stessa organizzazione. Per l'opposto negli animali la ripartizione degli organi genitali sopra diversi individui è pruova di una più perfetta o più complicata organizzazione.

Nella maggior parte degli animali provveduti di due sessi, la differenza tra il maschio e la femmina non è limitata unicamente alle parti genitali, ma si estende benanche ad altre che non hanno affatto relazione immediata colle funzioni della generazione. I maschi e le femmine negli animali presentano differenze tanto nella conformazione del corpo, che sotto il rapporto del volume, dell'esistenza di organi particolari, e dello sviluppamento più o meno considerevole di taluni altri, che nelle manifestazioni della vita. I. F. Meckel ha fatto osservare ciò in una maniera assai chiara, percorrendo le diverse classi del regno animale. Per l'opposto, nelle piante a sessi distinti questa differenza non esiste affatto, o almeno non è molto manifesta. Così in un frutice della Cochinchina, lo *pseliũm heterophyllum*, Lour., gli individui maschi hanno le foglie cuoriformi, rotonde ed ottuse, nel mentre che quelle degli individui femminei sono ovali e puntute. H. F. Autenrieth dice avere osservato che le piante femmine in totalità hanno più rami e foglie che le maschie, e che le loro foglie nel tempo stesso sono più larghe. Egli inoltre soggiunge che le semenze da cui nascono le piante femmine sono più rotonde ed un poco più leggiere di quelle dalle quali si sviluppano le maschie. Ma queste differenze non sono sempre rimarchevoli.

La principale conchiusione che nasce dalle ricerche e paragoni dai noi esposti in ordine alla struttura degli animali e dei vegetabili si è, che i primi hanno una organizzazione più complicata, più sviluppata e perciò ancora più perfetta. Il numero dei tessuti, organi ed apparecchi destinati all'esercizio delle diverse manifestazioni della vita è evidentemente più considerevole nella maggior parte degli ani-

(1) *Quindi ha luogo il così detto* androgenismo *e forse in tutti i molluschi bivalvi esiste* l'ermafrodismo *in uno stato poco apparente.* Il Trad.

mali che nelle piante. Questi esseri ci offrono delle parti non solamente più numerose e svariate, ma ancora meglio sviluppate o più rilevate. Tutte queste parti sono unite per via di legami di una reciprocanza di più intima azione, esse sono più dipendenti le une dalle altre, e più concentrate in un tutto solo. L'organizzazione animale ha di più una tendenza a dividere la specie in differenti individui provveduti di organi genitali particolari. Nei vegetabili, per lo contrario, vi sono meno tessuti e parti; i diversi organi si appalesano in una maniera meno sensibile, ed essi non hanno tra loro una reciprocanza di azione tanto rimarchevole: in una parola, l'individualità non è tanto ben distinta. Le piante rappresentano inoltre la specie e la riunione di più individui sopra un solo stipite. Da ultimo, il carattere sessuale è più temporaneo, più passeggiero, ed i vegetabili ne sono sprovveduti durante il tempo più lungo della loro esistenza.

SEZIONE SECONDA

PARAGONE TRA LE MANIFESTAZIONI DI ATTIVITA' O DI VITA DELLE PIANTE E DEGLI ANIMALI.

Esaminiamo ora per via dell'analisi, della induzione e del paragone, le manifestazioni di attività degli animali e dei vegetabili, che costituiscono la loro vita. Riduciamole ai fenomeni più semplici, poscia ricerchiamo fino a qual punto questi si rassomigliano ne'due gruppi di corpi viventi, ed in che essi differiscono. Studiamo in seguito i rapporti che essi hanno gli uni cogli altri e le cause dalle quali i medesimi dipendono. Applichiamo allora alle condizioni delle manifestazioni di attività il nome di forze, e diamo loro quello di forze speciali, se noi non possiamo fare svanire le differenze che esse presentano o far rientrare le une nelle altre. Contempliamo finalmente la reciprocanza di azione e di scambievole dipendenza delle forze nella produzione dei fenomeni della vita.

Le manifestazioni di attività de'corpi organizzati in generale possono rapportarsi immediatamente a due grandi classi, secondochè sono le medesime relative all'individuo o alla conservazione della specie. Fra le prime, alcune mantengono l'individuo nel possesso della sua chimica composizione, della sua forma, della sua organizzazione, e della sua propria attività: altre consistono nell'esercizio delle manifestazioni dell'anima. Alla prima categoria appartengono le funzioni nutritive, la deglutizione degli alimenti l'assorbimento, l'assimilazione, la respirazione, il moto degli umori, la nutrizione e la secrezione. Vi si può anche annoverare lo sviluppamento di sostanze imponderabili, di calorico, ed in talune circostanze, di luce, e di elettricità. L'altra categoria, quella delle manifestazioni dell'anima, comprende la sensazione, la percezione e la coscienza, non che l'istinto, l'inclinazione, la volontà, ed i movimenti provocati da quest' ultima. Le funzioni relative alla conservazione della specie sono quelle della procreazione, della produzione, della formazione, della maturazione e della espulsione del feto. Finalmente vi sono pure dei fenomeni vitali che sopravvengono ad epoche regolari, nella durata dell'individuo organizzato, come i cambiamenti che hanno relazione con lo sviluppamento, l'età ed i mutamenti giornalieri ed annuali.

Noi possiamo assicurarci con i nostri sensi della esistenza delle funzioni della nutrizione e della generazione, dei movimenti, dei fenomeni relativi allo sviluppamento, dell'età, e dei cambiamenti che ogni giorno ed ogni anno sopravvengono ai corpi viventi. Per l'opposto, le operazioni dell'anima, di cui noi non abbiamo coscienza che per via de'sensi interni, la interna percezione, non possono giammai divenir per noi il soggetto immediato di osservazione, quando esse sono eseguite da altri corpi. Noi ammettiamo soltanto per analogia la loro esistenza in questi corpi, allorchè osserviamo nei medesimi

degl'istrumenti simili o analoghi a quelli per mezzo dei quali noi li eseguiamo, o quando noi vediamo delle azioni che la nostra coscienza ci dà a conoscere essere il risultamento dell'attività dell'anima o di una spinta comunicata dalla stessa.

Paragonando le manifestazioni di attività dei corpi viventi sotto questo punto di veduta, noi giugniamo a conchiudere, che i vegetabili e gli animali posseggono egualmente le facoltà della nutrizione e della generazione, non che i periodi di sviluppamento e di età, ma che, se giudicasi secondo gli organi e le azioni dei corpi organizzati, le manifestazioni dell'anima appartengono esclusivamente agli animali e non esistono nelle piante.

I fenomeni della vita e le forze dalle quali essi dipendono, formeranno il soggetto di altrettanti articoli distinti. Il primo articolo comprende le manifestazioni di attività che son relative alla nutrizione. Il secondo tratta dello sviluppamento degl'imponderabili, del calorico, della luce e dell'elettricità. Nel terzo noi esaminiamo i movimenti. Il quarto abbraccia le funzioni del sistema nervoso e degli organi de'sensi. Il quinto è consacrato alle funzioni della generazione. Nel sesto portiamo la nostra attenzione sui periodi dello sviluppamento e dell'età. Da ultimo, nel settimo studieremo le forze organiche e la loro scambievole dipendenza. Diversi cambiamenti periodici, come i giornalieri, il sonno e la veglia, e gli annuali, lo svernare, l'emigrazione degli animali ec., saranno esposti a loro luogo nel libro seguente che tratta delle relazioni dei corpi viventi coll'influenze esteriori, ossia colle esterne condizioni della vita, poichè essi dipendono dai cambiamenti periodici, giornalieri ed annuali. Ivi bisognerà pure far conoscere i cambiamenti che l'impero dei corpi viventi ha sofferto, in conseguenza dello sviluppamento e delle rivoluzioni del nostro pianeta.

Nel riandare le manifestazioni di attività de'corpi viventi, noi c'imporremo la legge di restringerne il quadro per quanto è possibile, giacchè il nostro scopo qui non può essere altro che di mettere innanzi agli occhi del giovane medico i più generali tratti dei fenomeni della vita e dei loro rapporti gli uni cogli altri.

ARTICOLO I.

Delle funzioni di nutrizione.

La qualità generale dei corpi viventi, che appartiene a tutti i vegetabili ed a tutti gli animali, come ho precedentemente dimostrato, è quella della conservazione del proprio essere per un certo tempo, in virtù della sua propria attività, tuttochè provi cambiamenti continui nella sua chimica composizione ed organizzazione. Questi corpi attirano dai loro dintorni, delle materie, degli alimenti e principii costituenti dell'aria, che essi convertono in loro propria sostanza, e n'espellono altri in forma di vapore o di liquido. Finchè si opera un'attrazione ed una ripulsione di materie ne'corpi organizzati, senza che essi cangino perciò forma, noi li chiamiamo viventi: ma dacchè questa permuta cessa, essi terminano di vivere. In questo stato, la sostanza materiale che entra nella loro composizione è distrutta, pel concorso delle influenze esterne secondo le leggi della chimica affinità. L'associazione organica che ne riuniva le parti è infranta, e l'organizzazione non più esiste.

Le manifestazioni di attività mercè le quali gl'individui si conservano, son chiamate atti o funzioni della nutrizione. Di questo numero sono il trangugiamento e l'assorbimento degli alimenti, la respirazione, l'assimilazione, il movimento del succo nutritivo, il passaggio dei materiali degli umori nelle parti solide, e la secrezione. Esaminiamo ciascuna di queste funzioni negli animali e nei vegetabili, indicandone le somiglianze e le dissomiglianze che esse offrono.

CAPITOLO PRIMO.

Degli alimenti.

Io ho già dianzi detto, che i corpi viventi attirano principalmente materie organiche dall'esterno, che servono alla loro nutrizione. Fa d'uopo che queste materie sieno o già liquide di loro natura, o suscettibili di esser rendute fluide coll'addizione di diversi umori. Tutte le sostanze organiche solide che l'aggiunzione dei liquidi di un corpo vivente non può far passare allo stato liquido, come tali non potrebbero servire di alimenti.

1. *Alimenti dei vegetabili.*

Le piante attirano le loro materie nutritive, soltanto in forma liquida, dalla terra o dall'acqua, con le quali esse sono continuamente in relazione, per mezzo delle loro radici. Frattanto alcuni vegetabili cellulosi sembrano nutrirsi di vapori acquosi contenuti nell'atmosfera. La terra e l'acqua sono i due grandi serbatoj e depositi di materie organiche nelle quali cadono gli avanzi di tutti i corpi vegetali ed animali morti. Tali avanzi, dopo essere stati disciolti e scomposti, vengono riassorbiti dalle piante, le quali li restituiscono alla organizzazione ed alla vita. Lo strato superficiale della terra, ch'è carico di sostanze organiche, ossia la terra vegetale, fa penetrare nel suo interno l'aria e l'acqua; essa assorbe l'ossigeno dall'atmosfera, e vi si forma l'acido carbonico. L'acqua piena di questo acido, come pure di materie organiche e di diverse sostanze terrose, saline e metalliche, che essa tiene disciolte, forma il principale alimento delle piante. Noi vediamo da per tutto prosperare la vegetazione nei siti ove sono corpi organizzati in scomposizione, come nei cimiteri, nei campi di battaglia, nei luoghi dove imputridiscono escrementi di animali e rimasugli di piante. Il miglioramento delle terre per mezzo delle concimazioni ha per scopo benanche la preparazione dell'accennato umore nutritivo.

Molti antichi fisici, come Vanhelmont, Boyle, Duhamel, Eller, Tillet ed altri, han preteso che alcune piante potessero nutrirsi nell'acqua pura, ed essi si son poggiati sopra esperienze che secondo loro provano tale assertiva. Wallerius credeva benanche poter dedurre dalle proprie conoscenze, che tutte le sostanze saline, terree ed altre, che trovansi nelle piante, si producono coll'acqua. Ma Bergmann ha fatto osservare che le sostanze terree le quali si trovano nelle piante che sono state alimentate nell'acqua erano di già contenute nelle stesse, o provenivano dai vasi destinati a ricevere il li Kirwan inoltre ha fatto riconoscer l'acqua di pioggia, di cui questi fi ransi sovente serviti nelle loro esp ze, contiene talune sostanze che s vengono nelle piante. Da ultimo, i tabili i cui semi ed organi crescon acqua pura, si nutriscono principal di materie mucose ed albuminose nute in questo corpo e disciolte d quido, lo che è ben dimostrato (1).

Il carbonio, principio il più abbo te nella composizione delle piante, come credea Crell, un prodotto de ro attività vitale, che si esercita materie in esse introdotte, col co della luce e del calorico: poichè rienze di Saussure e di Goeppert provato ch'esso viene di fuori, in assorbito per mezzo delle radici in con le sostanze nutritive, in parte mezzo delle foglie dell'acido carb contenuto nell'aria. In oltre le con zioni inorganiche che si trovano piante ridotte in cenere, come sali, rie terrose, o sostanze metalliche no generano affatto nel loro interno, han preteso Scrader, Einhof, e Br not, ma sono piuttosto assorbite in con l'acqua che le tiene disciolte, è provato dall'esperienze di Sau Davy, Lassaigne, e Bertier. Egli n provato affatto, che i corpi viventi i nerale, ed i vegetabili in partic sieno in grado di formare elementi.

Sebbene Ingenhouss, Percival, Schr Braconnot ed altri abbiano osservato getare delle piante in talune sostanz tutto insolubili nell' acqua, come arena, nel vetro, etc. purchè solar contengano acqua carica di acido c nico, nulladimeno risulta dall'esper fatte da Hassenfratz, Th. de Saus Giobert, Link ed altri, che in un ter affatto privo di materie organiche piante vegetano languidamente, op non si sviluppano intieramente, fioris di rado, e fruttificano più raramente cora. Non si potrebbe dunque nega

(1) *Per esempio, dei bulbi di giacinto, di tulipano, di narciso, etc. svilu no delle radici allorchè si pongono nell'acqua distillata; e queste radici si prono di una materia mucilaginosa o albuminosa proveniente dalle cipolle s. Un tal fenomeno è stato osservato da Duhamel* (Fisica degli alberi, t p. 86.). *Gautier d' Agoty* (Oss. sulla storia naturale t. 8; p. 170), *bier* (Fis. veg. t. 1. p. 315.) *ed altri. Giac. Murray.* (The Edinburgh pl journal, n. 14, p. 328) *ha osservato ancora recentissimamente, che dell'acido bonico si sviluppava dalle radicette di cipolla di giacinto che germog nell'acqua.*

importanza per la nutrizione delle piante, delle materie organiche tenui in dissoluzione nell'acqua. La differenza, stabilita da Mirbel e Smith, tra i vegetabili e gli animali, consistendo in ciò, che i primi vivono di materie organiche ed i secondi di materie non organiche, non può sostenersi, come lo prova tra gli altri l'esempio delle piante parasite, le quali vivono a spese dei succhi di quelle sulle quali esse stabilisconsi.

2. *Alimenti degli animali.*

Gli alimenti degli animali sono infinitamente più varii e composti di quelli de'vegetabili. Oltre dell'acqua, veicolo di talune materie nutritive, essi consistono in sostanze vegetali ed animali (1). Le minerali non nutriscono affatto, sebbene diversi animali ne ingollino spesso mischiate o combinate con materie organizzate (2). Gli animali offrono grandi differenze quanto alla natura de'loro alimenti. La maggior parte, massime tutti quelli che vivono nell'acqua, non si nutriscono che di sostanze animali. Al contrario altri, cioè i terrestri, si nutriscono di materie animali. Certuni fan servire le prime e le seconde per lor nutrimento. Intanto non si può stabilire linea di distinzione ben decisa, perchè molti animali cambiano nutrimento secondo le stagioni e diverse altre circostanze (3).

(1) *Rondelet* (de piscibus, L. 1. cap. 12.) *parla di animali marini che non potrebbero vivere che di acqua. Egli osservò vivere un pesce per tre anni in un vaso con acqua di sorgente, e che intanto crebbe a tal segno che il vaso divenne troppo stretto per contenerlo. Un tal fenomeno osservasi pure nei piccoli pesci dorati della China. Ma ciò non prova, che gli animali si nutriscano soltanto di acqua, giacchè questa contiene quasi sempre delle materie organiche disciolte, benchè in piccola quantità, come vien provato dalla formazione della materia verde di Priestley nel suo seno.*

(2) *Non si conosce animale alcuno che si nutrisca di sostanze minerali. Se taluni, come i lombrici terrestri, trangugiano la terra, ciò è per appropriarsi delle materie organiche che vi son mescolate; le particelle terrose stesse escono cogli escrementi.*

(3) *Da narrazioni di storici e viaggiatori rilevasi che alcune sostanze terrose inorganiche trangugiate han dato nutrimento all'uomo. Infatti una certa creta bianchiccia che si rinveniva nei colli leocogei siti tra Napoli e Pozzuoli, detta* alica, *mangiavasi dagli antichi, come Plinio ed Apicio assicurano, e che Breislak rinvenne nella nostra Solfatara, e riconobbe non essere altro che un puro solfato di calce.*

Le dame di Spagna e di Portogallo mangiano una specie di argilla rosso-gialliccia distinta con il nome di buccaro, *di cui si formano eleganti stoviglie.*

Gli Alemanni mangiano lo steinmark *ossia midollo di sasso, detto ancora butirro de'minatori di Turingia, e butirro di roccie di Siberia, il quale è sostanza gialliccia a guisa di crema e gradevole al gusto. Esso si fa duro e si ammollisce con la pioggia.*

Una specie di argilla bigia tendente al giallo detta terra di Potna, che trovasi nel Seringapatan, serve a formar de'sottilissimi vasi che le indiane dopo aver in essi bevuto de'liquidi, se li mangiano.

Le donne dell'isola di Giava mangiano l'ampo, *specie di argilla rossiccia alquanto ferruginosa che si distende in lamine sottili.*

I Negri della Guinea tengono per grato cibo una terra detta cabuac, *ed i medesimi fatti schiavi nell'indie orientali, inghiottiscono una specie di tufo gialliccio.*

Il celebre Humboldt assicura che gli Otomachi mangiano per mesi una terra o creta da vasi, color giallo-grigio con piccola quantità di ossido di ferro riducendola in pallottole ed abbrustolendole a fuoco leggiero.

Sebbene rilevasi dai fatti surriferiti che sostanze fossili siene atte a nutrire, cosa affatto contraria al sentimento di tutti i fisiologi, ed alla esperienza, pure uopo è riflettere, che nelle accennate sostanze trovansi forse materie organiche intimamente combinate, onde riescono alimentarie. Oltracciò bisognerebbe conoscere, se gli uomini suindicati abbiano fatto uso esclusivamente delle dette sostanze ter-

Quanto alla natura delle sostanze che servono di alimenti agli animali, desse sono o liquide o solide, ovvero dell'una e dell'altra sorta. Gli umori animali sono il nutrimento degli entozoi, di molti insetti parasiti apteri e di diversi ditteri. Le sostanze animali di cui si cibano a preferenza i diversi animali di questa o di altra classe, sono o tuttora viventi o nello stato di putrefazione e scomposizione. La natura de'cibi presenta eziandio molte differenze. Alcuni animali non vivono che di pochi vegetabili, come parecchi insetti. Questi succhi medesimi o sono già separati e contenuti nei nettarii donde gli animali, come le api, le farfalle e certe mosche, gli attingono; o li succhiano soltanto dopo una ferita fatta alla pianta per mezzo degli aculei, come fanno molti emitteri. Ma il maggior numero di animali mangiano le sostanze vegetali sotto forma solida; alcuni si nutriscono di foglie, altri di fiori, taluni di frutta o di semi etc. Anche un'altra sorgente di differenze si rileva, dal vedere che vi sono animali, i quali si cibano di molte diverse piante, ed altri di una sola specie (1).

Gli animali hanno adunque organizzazione più perfetta delle piante, non solamente perchè essi vivono di alimenti più svariati e composti, ma anche perchè non sono limitati al pari di quelle ad un nutrimento liquido, il quale è per tutti necessario soltanto nello stato di feto, e di cui i mammali hanno anche bisogno per qualche tempo dopo la nascita.

CAPITOLO II.

Del prendimento degli alimenti per via dell' assorbimento.

Tutte le piante s'appropriano il loro nutrimento liquido per via dell'assorbimento, che si effettua alla periferia. Le materie alimentari liquide sono egualmente assorbite dagli organi situati alla [peri]feria del corpo negli embrioni degli [ani]mali tuttora rinchiusi nell'uovo; ma [tem]po che essi han rotto gl'inviluppi di [que]sto, gli animali prendono i loro alim[enti] da una apertura particolare, ossia la [boc]ca, di cui i vegetabili son privi, e lo [fanno] passare in un canale egualmente pa[rtico]lare in forma di sacco, ch'è il tub[o in]testinale, dove vengono assorbite le [materie] già liquide in origine, o addivenute [tali] per l'addizione di umori provenienti [dal] corpo medesimo. Noi tratteremo qui l'assorbimento nelle piante e negli [ani]mali; il capitolo seguente sarà cons[acra]to al prendimento degli alimenti per [mez]zo della bocca.

1. *Assorbimento degli alimenti nei vegetabili.*

Gli organi per mezzo dei quali i [vege]tabili tuffati o impiantati negli alim[enti] istessi, assorbono le materie che pos[sono] servire alla nutrizione, sono assai [...] Le radici delle piante cellulari, di [...] muschi, di alcuni licheni e funghi [...] dei prolungamenti filiformi, o capi[llari] talvolta ramosi, i quali al pari dell'i[ntera] pianta son composti di tessuto cell[ulare] che spesso contiene delle cavità in f[orma] di sacco, nelle quali ascende il liq[uido] assorbito. Nelle radici delle piante v[asco]lari, particolarmente delle dicotiledo[ni, si] distingue un corpo con le sue ram[ifica]zioni ed appendici. Nelle graminac[ee si] osserva un nodo donde partono i [prolunga]menti radicali. Il corpo della radi[ce è] composto di legno e di corteccia. Il [le]mo, che in certe piante racchiude [il] midollo, risulta dall'unione di te[ssuto] cellulare e di vasi. Alcuni notomici, [co]me Duhamel, Comparetti, Bell, Link [ed] altri, dicono avere osservato nella [parte] legnosa, dei veri vasi spirali, la cui [esi]stenza è negata da altri. La cort[eccia] contiene molto tessuto cellulare, non

ree, oppure di queste e ad un tempo di altre materie organiche nutritizi[e]. Trad.

(1) *Si possono stabilire due divisioni tra gli erbivori, quelli che si cibano [di] un gran numero di piante, e quelli che si nutriscono di una sola specie. Fratt[anto] i primi rifiutano, secondo l'osservazione di Linneo, parecchie piante di un ge[nere] o di una famiglia. Così il bue non tocca nè le labbrate, nè le veroniche; il c[avallo] lo lascia da banda quasi tutte le crocifere; le capre, i buoi, le pecore ed i [...] non mangiano quasi alcuna solanacea, mentre che sono avidissimi di gramin[acee,] di leguminose e delle composte. La maggior parte degl'insetti non si nutrisce [che] di una sola specie, o almeno di piante appartenenti ad un solo genere o ad [una] sola famiglia.*

i vasi addetti alla nutrizione necessari all'accrescimento delle radici. Queste sono sprovviste di epidermide propriamente detta tanto nelle monocotiledoni che nelle dicotiledoni, secondo le osservazioni di Kieser, e di L. C. Treviranus. Le piccole fibre della radice per la maggior parte cilindriche, hanno le loro ramificazioni più delicate munite di appendici capillari o spongiose che Treviranus ha trovato composte soltanto di tessuto cellulare. Giusta l'esperienze di Senebier, Carradori, e Decandolle, sono principalmente le ultime estremità di tali appendici che effettuano l'atto dell'assorbimento. Non si sono osservati ancora orifizi o pori per i quali penetri il liquido. Se ve n'esistono, essi debbono essere infinitamente piccioli, giacchè giusta l'esperienze di Sprengel e di Link le minute fibre della radice non s'imbevono, che di materie coloranti assai divise e disciolte nell'acqua senza toccar quelle che sono in più grosse molecole. Queste ultime non sono assorbite se non quando le radici han ricevuto qualche colpo.

Risulta dalle esperienze di Labaisse, Hales, Senebier ed altri, che l'assorbimento per le radici è attivissimo soprattutto nella primavera. Alcuni fisiologi hanno attribuito a questi organi la facoltà di scegliere nelle sostanze liquide colle quali essi vengono in contatto, e di prenderne soltanto quelle che possono servire alla nutrizione. È questo un errore abbastanza confutato da numerose recenti esperienze. Th. Saussure ha trovato che certe piante assorbivano del sal marino, del nitrato di calce, del solfato di potassa, del sale ammoniaco, dell'acetato di calce, del solfato di rame, dello zucchero, della gomm'arabica etc. G. G. Jaeger ha verificata l'azione venefica dell'arsenico sulle piante le cui radici erano immerse nell' acqua che conteneva soltanto picciola quantità di questa sostanza: esse seccarono e perirono. C. G. F. Becker, Screibers, e Goeppert han veduto produrre simile effetto dall'acido idrocianico. Noi dobbiamo al giovine Marcet esperienze importanti e numerose, dalle quali risulta, che alcune piante hanno assorbito diverse sostanze minerali sciolte nell'acqua, come acido arsenioso, sublimato corrosivo, sali di rame e di piombo, non che estratto di oppio, di belladonna, di noce vomica, di cicuta, l'acqua distillata di lauro ceraso, l'acido idrocianico, l'alcool; e che siffatto assorbimento ha esercitata deleteria influenza sulle stesse. Sperimenti simili sono stati fatti da Maceire Prinsep, e da Shuebler e Zeller, col medesimo risultamento.

La facoltà di assorbire appartiene anche alle foglie. Ciò che prova che le piante assorbono dei liquidi per mezzo delle loro foglie; cosa importante alla loro nutrizione, si è l'azione benefica ch'esercitano la rugiada, la pioggia, e l'innaffiamento delle foglie coll'acqua; circostanze tutte che favoriscono il loro accrescimento. Molti vegetabili le cui radici riduconsi pressochè a nulla, ma che han le foglie crasse e sugose, come *i catti,* si conservano principalmente per l'assorbimento che esse eseguono, e che per qualche tempo si mantengono ancora fresche dopo essere state separate dalla pianta. Molte piante cellulari, le alghe marine, le ulve, le conferve, i funghi, i licheni ed i muschi soprattutto, assorbono abbondantemente i liquidi per mezzo dell'intera loro superficie, ed alcuni ancora, come la maggior parte de'licheni che non han radici propriamente dette, sembrano nutrirsi per assorbimento che ha luogo per la superficie. Hales ha provato con esperienze, che i vegetabili crescono di peso nell'aria umida. Mariotte, Duhamel, Merret e specialmente Bonnet ci han parimente assicurati dell'assorbimento che effettuasi dalle foglie. Quest'ultimo ha ravvisato che le foglie distese sull'acqua non solamente si conservavano esse stesse, ma erano altresì capaci di sostentare la vita nelle branche e ne'rami che le sostenevano. L' assorbimento de'liquidi sembra farsi per ambe le superficie delle foglie nell'erbe, e principalmente per la inferiore ne'frutici e negli alberi. Egli è probabile che tale assorbimento facciasi specialmente per mezzo de'loro pori allungati, come si ammette da Humboldt, Kroker, Sprengel, Schrank, G. R. Treviranus e L. C. Treviranus. Intanto, nelle piante cellulari, che sono sfornite di pori, l'assorbimento ha luogo senza di questi.

Qui si presenta a sciogliersi un problema, quello di sapere, se l'introduzione delle materie alimentari liquide nell'interno delle piante sia un puro effetto dell'azione de'capillari del corpo poroso, il quale fa sì che un tubo di vetro capillare che si tuffa in un liquido lo attira dentro di se fino al di sopra del suo livello, ovvero se l'assorbimento non sia piuttosto un fenomeno vitale particolare. Molti fisiologi, Malpighi, Grew, Borelli, Delahire, Bradley ed altri hanno ammessa la prima ipotesi, e considerate le radicette

come tubi capilllari destinati ad attirare e far risalire il liquido nutritivo mediante la loro forza aspirante. Egli è possibile che questa forza contribuisca per la sua parte alla produzione del fenomeno; ma essa non potrebbe esserne l'unica cagione, come lo dimostrano le ragioni seguenti. L'assorbimento del liquido nutritivo varia secondo lo stato delle piante, i periodi del loro sviluppamento e del loro aumento, e le stagioni dell'anno. Durante il periodo della formazione e dell'accrescimento delle foglie, l'assorbimento ed il moto del succo progrediscono con tanta maggior celerità per quanto la fogliazione stessa è più rapida. D'altronde, al tempo della fioritura e della formazione de'frutti e delle semenze avviene, che le piante attirano più copioso nutrimento dal suolo. Si sa benanche che l'assorbimento e la progressione del liquido assorbito dipendono dall'influenza esercitata sulle piante dal calorico e dalla luce; in modo che in generale l'assorbimento è più attivo nella primavera e nella estate, che nelle altre epoche, diminuisce in autunno, e nell'inverno riducesi quasi a nulla, se pure non si arresta del tutto. Tutti questi fenomeni non possono essere affatto considerati come puri effetti dell'azione capillare, non essendo questa modificata nè dalle stagioni, nè dall'influenza del calore. Da ultimo, evvi ancora tale differenza tra l'assorbimento capillare e quello delle piante, che un tubo capillare non rigetta affatto pel suo orifizio superiore i liquidi che ha attirati, mentre che il liquido assorbito dai vegetabili scorre dai vasi, allorchè fassi una ferita ai medesimi. Sono queste ragioni sufficienti a farci seguire l'opinione di Senebier, Saussure, Desfontaines, Decandolle ed altri, i quali risguardano l'assorbimento dei vegetabili come un fenomeno organico o vitale.

2. *Assorbimento negli animali.*

Gli animali, che non sono, al pari delle piante, tuffati e fissati in mezzo ai loro alimenti, introducono questi nel canale intestinale principalmente per la bocca. Giunte in quest'organo le sostanze alimentari si mescolano con i liquidi ivi segregati, e la cui azione le rende fluide allorchè esse son solide. Così, negli animali l'assorbimento degli alimenti si effettua alla loro superficie interna, ciò che suppone manifestazioni anteriori di attività di specie particolare, mentre che nelle piante esso si opera alla periferia. F tanto molti animali assorbono altresì la loro superficie, per via della pel ma tale assorbimento di rado è baste a sostenere la loro esistenza.

Intorno alle parti che eseguiscono l sorbimento delle materie alimentari gi sè stesse liquide o rendute fluide dal zione sciogliente de'succhi del canale testinale, sembra che questa funzione partenga principalmente al tessuto ce lare che forma la base del tubo alin tare, che ha la proprietà d'imbeversi liquidi. Trovansi de'vasi particolari, i fatici, nella membrana mucosa del ca intestinale degli animali component quattro classi superiori: i mammali, uccelli, i rettili, ed i pesci. L'esistenz questi vasi è stata perfettamente dimos ta, dopo la scoperta fattane da As dalle ricerche di Vesling, T. Bartol Stenon, Rudbek, Pecquet e parecchi t.i. Essi sono stati osservati nelle int na degli uccelli, da Hewson, da Al. M ro giovine, da me recentissimamente Breschet e da E-A. Lauth. I due p degli accennati anatomici, Cruikshanl specialmente Fohmann li hanno veduti rettili e ne'pesci Siffatti vasi che tra no la loro origine dalla membrana cosa del tubo intestinale, si riunisc in rami ed in branche, e per le lor nastomosi con i linfatici provenienti altri organi, formano de'tronchi che si cono canali toracici. Questi apronsi n vene sotto clavicolari o in altri gr tronchi venosi presso il cuore. Indi dentemente dalle anastomosi de'linf. colle grosse vene, essi si riuniscono cora, da distanza in distanza, colle del canale intestinale, comunicazione ne'mammali ha luogo soprattutto n glandule mesenteriche, come l'ha di strato Fohmann. Si osserva altresì n sci, nei rettili e negli uccelli un numero di comunicazioni tra i linf del canale intestinale e di altre parti corpo e le vene diverse, senza co quelle che formano i canali toraci linfatici del tubo intestinale in ques nimali sono principalmente ripieni d liquido abbondante che, ne'mammali, colore latticinoso, quando essi hanno trodotto cibi nel tubo medesimo. D dunque ammettere che essi dalla mem na mucosa del canale alimentare asso no gli alimenti divenuti liquidi, gl'i ducono nel loro cavo, e gli traspor verso il sistema vascolare sanguigno.

Si sono trovati linfatici nei mam

non solamente nel canale intestinale, ma bensì in tutti gli organi il cui interno è tappezzato da una membrana mucosa, come i polmoni, gli organi orinari, e quelli della generazione. Se ne sono osservati ancora alla superficie interna dei comuni tegumenti ossia della pelle, nelle branchie dei pesci, nelle membrane sierose e sinoviali, nelle diverse glandole, nel tessuto cellulare che inviluppa la sostanza muscolare e nervosa, alla superficie esterna delle ossa, in somma dappertutto ove rinviensi tessuto cellulare etc. Essendo stati osservati infinite volte i fenomeni di assorbimento di umori segregati e di altri liquidi messi a contatto con queste diverse parti, noi siamo nel diritto di ammettere che la funzione dell'assorbimento appartiene principalmente a questi vasi.

Negli altri animali provveduti di vasi sanguigni, come i molluschi, i crostacei, gli aragni, gl'insetti, gli anellidi, ed i raggiati, nel corpo de'quali fin'oggi non si son potuti scuoprire vasi linfatici, l'assorbimento delle sostanze alimentari si effettua alla superficie del canale intestinale, sia per mezzo delle vene che godono la facoltà di assorbire, sia forse anche per via de'linfatici che si portano immediatamente nelle vene. In verità egli è difficile di dimostrare come le cose avvengano in realtà tanto per causa della picciolezza degli animali, che pel loro sangue che non è affatto rosso, senonchè negli anelidi, e che in conseguenza se esistono dei linfatici che non tardano a riunirsi con le vene, non si potrà distinguerli da questi ultimi pel colorito del liquido (1). Probabilissimamente si giugnerà a scoprire dei vasi linfatici negli animali senza vertebre (2).

In fine, negli animali sprovvisti ancora di vasi sanguigni, come gli entozoi, le meduse, ed i polipi, il tessuto cellulare è il solo destinato ad assorbire ed a prendere le materie alimentari dal canale intestinale.

In tutti gli animali a pelle nuda ha luogo altresì un assorbimento di liquidi nella superficie di quest'organo. Leeuwenhoek, Baker, Fontana, e Spallanzani han provato, che gli infusorii, i rotiferi, i vibrioni ec. ec. assorbono dell'acqua. Un energico assorbimento ha luogo egualmente per la pelle nei polipi, nelle meduse, nei raggiati, e nei vermini. Gli entozoi, che vivono immersi in umori animali, gli assorbono ben'anco per la pelle, come pretendono Zeder e Rudolphi. Spallanzani ha rinvenuto che le lumache assorbono molta acqua, perchè il loro peso si accresce subito quando si tuffano in detto liquido. Jacobson ha fatto recentissime esperienze sulla facoltà assorbente della lumaca delle viti: una soluzione di prussiato di potassa che egli versò sulla superficie di animali di questa specie, fu rapidamente assorbita, e passò nella massa del sangue. Questo può prenderne tale quantità, da acquistare dipoi un colore bleu carico coll'aggiungervi del solfato di ferro. L'assorbimento dell'acqua che nelle ranocchie, nei rospi, nelle salamandre ha luogo per mezzo della pelle, e specialmente per quella della superficie inferiore del corpo, è dimostrato dalle preziose esperienze di R. Townson, donde risulta che questi animali possono assorbire per siffatta via una quantità di acqua equivalente al peso del loro proprio corpo. Da ultimo, Edwards ha del pari confermato per mezzo di numerose esperienze, che un attivissimo assorbimento ha luogo per la pelle nelle ranocchie, nei rospi, nelle lucertole. Allorchè questi animali han perduto molto del loro peso per la lunga dimora all'aria, ove la loro traspirazione è assai attiva, e tuffandosi in seguito nell'acqua, si effettua un assorbimento talmente rapido, che non tarda a rimpiazzare la perdita da essi fatta. L'assorbimento dell'acqua ha luogo con maggior celerità al caldo che al freddo.

Quando noi vogliamo render conto dell' attività con la quale negli animali si effettua l'assorbimento, incontriamo la medesima difficoltà che ci si è presentata parlando dell'assorbimento nei vegetabili. Molti fisiologi, Blainville e Fodera risguardano l'as-

(1) *Viviani* (De phosphorescentia maris, *Genova*, 1805, *in* 4. *pag.* 14.) *ha osservato nella* Sabella naispiro *Cuv.* (Spirographis Spallanzanii *Viv.*), *indipendentemente dai due tronchi vascolari del canale intestinale, che trasportano il sangue rosso, un terzo vaso ripieno di un liquido giallo, che egli chiama* vas lymphaticum. *È questo un tronco linfatico?*

(2) *Carus opina che l'apparato acquoso da Delle Chiaje scoperto nei molluschi sia il primordio dei vasi linfatici; ma questi ha osservato che negli animali senza vertebre l'estremità venose adempiono a siffatto incarico; nel mentre che negli animali raggianti esso succede per imbevimento del loro parenchima.* Il Trad.

sorbimento come un puro effetto della capillarità, ed attribuiscono al tessuto cellulare come ai tessuti animali, la proprietà d'imbeversi dei liquidi, al modo di una spugna. Certamente il tessuto cellulare, le membrane muccose e sierose, i communi tegumenti, e, giusta le ricerche di Emmert e di Lebkuchner, le pareti dei vasi han la proprietà di ammettere in essi i liquidi con i quali si pongono a contatto, o di essere permeabili per essi, punto sul quale noi ritorneremo allorquando faremo parola dell'assorbimento nell'uomo; ma questa proprietà non costituisce ancora l'assorbimento, e non spiega che la penetrazione nei tessuti. L'assorbimento manifestasi ancora coll'immissione dei liquidi in spazi determinati, cioè, negli animali delle quattro classi superiori, nelle arterie, e coll'impulso loro dato in direzioni egualmente determinate.

Il tessuto cellulare, le membrane muccose e le sierose son dotate della accennata penetrabilità tanto dopo la morte che durante la vita; ma egli non è così della progressione impressa ai liquidi. Inoltre, siccome noi vediamo che l'immissione e l'espulsione dei liquidi in vita molto variano, a norma delle manifestazioni di attività o di vita degli animali, che l'assorbimento si effettua più energicamente nell'età giovanile che nell'avanzata, e che in fine diverse influenze e stimoli son capaci di modificarla; noi dobbiamo considerarla, al pari che il moto dei liquidi, come un fenomeno vitale, non essendoci possibile di annoverarla tra gli effetti puramente meccanici della capillarità dei tessuti.

Facoltà assorbente.

Dalle cose fin qui dette si deduce, che tutti i corpi viventi, cioè le piante e gli animali, hanno la proprietà di assorbire delle materie alimentarie ed altre sostanze liquide. Noi non possiamo considerare l'assorbimento come effetto dell'azione dei capillari, perchè la medesima talvolta è più e talvolta meno energica, a norma della età degli individui viventi e delle influenze alle quali questi esseri sono esposti, circostanze che non apportano alcun cangiamento nell'attrazione capillare dei corpi privati di vita. Noi dobbiamo quindi considerarla come una manifest della vita, e come dipendente da un lità o forza speciale dei corpi viven tesochè fin' oggi ci è impossibile di garla mediante alcuna delle altre fo cui giuoco si mostra in questi corpi sta manifestazione speciale sarà d provvisoriamente col nome di forza coltà assorbente, fin tanto che noi i riferiremo ad un'altra forza organ suoi effetti saranno minutamente e allorchè si tratterà dell'assorbiment uomo.

CAPITOLO III.

Del prendimento degli alimen per la bocca.

Tutti gli animali, pochi eccettuati provveduti di una o anche di pai grandi aperture, le quali loro serve introdurre nel proprio corpo gli ali La maggior parte degl'infusori, talu fiti e diversi entozoi, non hanno aperture simili, ed è probabile che gli alimenti liquidi s'introducano mente per la via dell'assorbimento, le si effettua alla superficie del corp pertanto vi sono di già parecchi in che offrono una bocca; come i *r* secondo Spallanzani, ed alcune e secondo Nitzsch. I polipi, la maggi te degli entozoi, gli insetti, gli ara crostacei ed i vertebrati hanno un bocca. Si trovano al contrario pa succiatoi nelle *tenie*, e parecchie l nelle diverse meduse (1). La bocca no d'immissione degli alimenti, offr la sua disposizione un gran num differenze, che l'anatomia comparata gna, e che sono strettamente in rel colla natura delle sostanze alimenta

Gli animali che vivono di liquidi dei succiatoi la cui struttura e me smo sono assai vari. Si trova una t membranosa contrattile nelle *afrodi* i vermi articolati, in alcuni gaste (*doris, buccinum, voluta, murex*) molluschi, e nella maggior parte d setti ditteri. Le farfalle hanno una tromba estensibile, che dei muscoli tano sopra essa stessa quando l'a non se ne serve (*lingua spiralis*).

(1) *Secondo delle Chiaje comunicano ognuno in ciascuna loro articolazi tubo enterico piegato a rettangolo, appo le quali è da citarsi la sua* cassiope bonica *che ne offre più centinaia.* Il Trad.

insetti e negli aragnoi che attirano il loro nutrimento liquido dai vasi di vegetabili e di animali viventi, la tromba è guarnita di organi pungenti, capaci di perforare questi condotti, come se ne veggono presso gli apteri *(pediculus, pulex, acarus)*, gli emitteri ed altri. In certi ditteri *(culex, tipula)*, la tromba è composta di molte setole dure concave nella loro faccia interna, che formano un succiatojo *(haustellum)* applicando le une contro le altre. Nei ditteri e nelle farfalle provvedute di una tromba muscolare, osservasi benanche una vescichetta estensibile o contrattile che comunica colla faringe e la cui dilatazione effettua il succiamento, come ha dimostrato G. R. Treviranus.

Gli animali che si nutriscono di alimenti solidi talvolta gli introducono a grandi masse, nel sacco alimentare, per una apertura boccale assai estensibile e contrattile, come i polipi, le attinie, le stelle di mare, le oloturie, ec.: altre volte hanno dei pezzi cornei e calcarei, delle mandibole e delle mascelle, disposte intorno alla bocca, suscettibili di esser mosse in diversi sensi dai muscoli, e di cui essi si servono per prendere i loro alimenti come pinzette. Questa ultima disposizione ha luogo nei ricci di mare, nelle seppie, nei coleotteri, negli ortotteri, nei neurotteri e negli animali vertebrati. Le mascelle sono ordinariamente fornite di denti, come nella maggior parte dei mammali, dei rettili, e dei pesci; ovvero son coperte di un intonaco corneo come negli uccelli e nelle chelonie. Da ultimo, i mammali presentano ancora nelle mascelle delle pieghe mobili della pelle, le labbra, che possono servire ancora al succiamento.

Negli animali, il prendimento degli alimenti per la bocca si fa a certe epoche distinte ad intervalli più o meno lunghi, mentre che nelle piante l'assorbimento delle materie alimentari sembra aver luogo continuamente. Inoltre, gli animali, da che han rotte le membrane dell'uovo, giudicandosene dalle azioni che esercitano, sono forzati da un atto interno che si produce nel sistema nervoso, e che chiamasi bisogno degli alimenti, fame e sete, a cercare delle sostanze che possano servire al loro nutrimento e d'introdurle nel loro sacco alimentare. Le piante non offrono alcun fenomeno che faccia ammettere con qualche probabilità l'esistenza di questa inclinazione in esse. Ciò che spinge più soventemente gli animali di ogni classe, ad agire e specialmente a muoversi, è il bisogno di alimentarsi. Questo riproducesi ad intervalli più o meno vicini, la cui estensione varia secondo la struttura dell'animale, le manifestazioni della sua attività, la sua età, l'abitazione, la stagione ed altre circostanze. In generale, gli animali a sangue caldo, i mammali e gli uccelli, che hanno l'organizzazione la più complicata e che presentano maggiori variazioni ed intensità nei fenomeni della vita, soprattutto per riguardo alle funzioni animali propriamente dette, son quelli nei quali il bisogno di mangiare si fa sentire a più brevi intervalli. Al tempo della loro piena ed intera forza, essi mangiano ordinariamente una o più volte al giorno. Il bisogno di prendere alimenti ritorna meno spesso negli animali a sangue freddo, nei rettili (1), nei pesci, nei crostacei, negli anelidi, negl'insetti perfettamente sviluppati, nei molluschi, nei vermini, e nei raggiati, le cui manifestazioni di attività hanno alle volte minore energia e diversità. Tra questi animali medesimi, i più voraci son quelli che hanno maggiore sensibilità e mobilità, gli insetti. Redi ed altri colle loro esperienze han provato che i mammali, gli uccelli e gl'insetti soccombono più facilmente che i rettili, i pesci, i molluschi, i vermini ec. quando son privati di alimenti.

In tutti gli animali, all'epoca della gioventù, dello sviluppamento e dell'accrescimento, il bisogno del cibo è più vivo e più frequente, e tanto maggiormente per quanto l'accrescimento stesso si effettua con più rapidità. I giovani mammiferi e gli uccelli sono quasi continuamente occupati a cercare alimenti, allorchè vegliano. Gli insetti, da che sono usciti dall'uovo, specialmente i bruchi, mangiano quasi senza interruzione. D'altronde i giovani animali periscono più prontamente che i vecchi, quando non hanno cibi a loro disposizione. Diversi insetti, soprattutto i lepidotteri nello stato di perfetto sviluppamento non sempre prendono nutrimento.

Gli animali che vivono all'aria in generale consumano maggior quantità di alimenti che quelli che abitano nell'acqua. Il calore, nella maggior parte degli animali, esercita ancora una grande influenza intorno al bisogno di mangiare Molti

(1) *Un serpente lungo sedici piedi che Proust ha osservato (Thomson* Annals of philosophy v. 5. p. 413) *non mangiava che una sola volta al mese.*

mammali, come la marmotta, il ghiro, il riccio, i *cheiropteri* ed altri, i rettili, gli insetti ed i molluschi, desistono dal prendere verun nutrimento, quando la temperatura si approssima al zero, e così le manifestazioni della vitale loro attività diminuiscono di energia.

Finalmente tutte le influenze e le circostanze ch'esaltano ed accelerano i fenomeni della vita negli animali, che rendono i movimenti più vivaci e più prolungati, che aumentano la tensione degli organi dei sensi e del sistema nervoso, e fanno un più gran consumo di forze, in generale danno maggiore energia al bisogno di nutrirsi, nel mentre quelle, che producono un effetto contrario, diminuiscono siffatto bisogno.

Gli animali non prendono gli alimenti per la bocca tali quali loro si offrono, come fanno le piante per mezzo delle loro radici e foglie. Essi gli scelgono, e sono altresì indotti a ciò da un'azione speciale del sistema nervoso, da un'inclinazione inerente alla loro natura, l'istinto Noi ne abbiamo la pruova in una esperienza fatta da Galeno. Questo medico estrasse una capra matura dalla matrice della madre, e la portò in un luogo, ove egli serbava dei vasi contenenti latte, miele, olio, cereali, e frutta: il giovine animale odorò i vasi, e scelse il latte. L'istinto, che determina gli animali alla scelta degli alimenti varia infinitamente secondo la loro organizzazione ed il grado di energia vitale del sistema nervoso. Sembra che gli animali non prendano se non che le sostanze che recano grata impressione al loro sistema nervoso, sia per mezzo di vaporose esalazioni, sia per emanazioni trasmesse all'acqua. L'odorato senza dubbio gode principalmente la facoltà di valutare l'azione esercitata da questi effluvii sul sistema nervoso. Gli animali delle classi inferiori, sprovveduti degli organi dell'odorato, hanno la membrana molle munita di numerosi nervi; essa tappezza la bocca, e sembra atta a sentire le impressioni di tali effluvi.

L'inghiottimento degli alimenti per via della bocca si effettua mercè movimenti che gli animali producono spontaneamente. I muscoli fissati alle parti della bocca son posti in azione dalla viva influenza nervosa. Da ciò dunque risulta, che il detto inghiottimento viene eseguito da manifestazioni di particolari forze, che noi non osserviamo presso le piante nell'assorbimento degli alimenti per mezzo delle radici e delle foglie Siffatte manifestazioni sono effetti della forza nervosa e muscolare.

CAPITOLO IV.

Dell'assimilazione degli alimenti nelle prime vie.

In tutti i corpi che godon vita, le sostanze alimentarie intromesse in certi spazii, vi ricevono dei cangiamenti, diretti a renderle simili alla massa degli umori di siffatti corpi. Ecco ciò, che s'intende per assimilazione nelle prime vie. Noi considereremo dapprima nelle piante, e poscia negli animali le operazioni che vi han relazione.

1. *Assimilazione nelle prime vie delle piante.*

I liquidi assorbiti dalle radici e che costituiscono il succo, ascendono lungo il fusto o il tronco, fino alle foglie, dove sotto l'influenza dell'aria e della luce, essi si convertono in succo formatore o nutritivo propriamente detto. Indichiamo di passaggio la struttura del fusto; facciamo rilevare gli spazii, nei quali il succo vegetale si pone in moto: ed infine esaminiamo la natura di questo umore, ed altresì i cangiamenti cui va sottoposto nella sua ascensione verso le foglie.

Abbracciando le determinazioni di Decandolle, diremo che tutte le piante vascolari son munite di un fusto (*caulis*), cioe di una parte che si eleva dalla radice, si dirige verso la luce, porta foglie e fiori, ed è molto varia tanto ne'le sue proporzioni che nelle forme. Vi sono poche piante, nelle quali esso è assai breve e nascosto a terra Le eccellenti osservazioni di Desfontaines han provato, che nelle monocotiledoni e nelle dicotiledoni il fusto offre delle differenze in riguardo alla struttura, alla natura, al modo di origine, e di accrescimento. Esso ha un'organizzazione meno complicata nelle prime che nelle seconde.

Il fusto degli alberi e degli arboscelli è composto del corpo lignoso e della corteccia. Il primo si distende risalendo nei rami e nelle branche, ed è formato da strati concentrici. Ciascuno strato contiene dei fascetti di fibre legnose ed una lamina sottile di tessuto cellulare. Al centro del fusto, il tessuto cellulare rappresenta quasi sempre la midolla spugnosa composta di un gran numero di cellule membranose e rotondate, la quale ora continuasi senza

interruzione nel tronco e nei rami partendo dalla radice, ora, come in taluni alberi, è divisa dai tramezzi corrispondenti ai germogli annuali. Alla faccia esterna del canale midollare, alle volte nello stesso midollo, veggonsi in alcuni vegetabili delle fibre isolate (1). Le funzioni del midollo, sulle quali i fisiologi hanno stabilite molte ipotesi, non sono ancora molto note. Frattanto sembra specialmente che esso sia importante nelle piante giovani in cui è assai carico di umori, e forse, come vogliono Decandolle e Du Petit-Thouars, contiene le materie nutritive destinate alla produzione delle gemme e dei teneri rampolli. Nelle piante vecchie esso è secco e privo di umore, e però si può distruggere senza rischio della vita della pianta. Da detto midollo partono dei raggi orizzontali di tessuto cellulare condensato che, passando tra i fascetti legnosi, giungono alla periferia e alla corteccia. Si dicono raggi midollari.

Alla midolla centrale seguono gli strati legnosi che sono concentrici ed uniti insieme mediante un tessuto cellulare inspessito. Gli strati situati immediatamente sul midollo contengono quasi sempre dei vasi spirali propriamente detti, nel mentre che nei sottoposti non se ne trovano altri all'infuori dei vasi acuminati I più esterni sono molli, teneri, poco densi, e per la maggior parte bianchicci. Essi costituiscono l'alburno, che, facendosi duro a poco a poco, addiviene legno. Ogni anno formasi novello strato di alburno, d'onde risultano i cerchi concentrici che osservansi nel legno, il numero dei quali indica l'età della pianta, e la cui spessezza fa conoscere l'energia colla quale esso si è sviluppato annualmente.

La scorza o corpo corticale che inviluppa gli alberi e gli arbuscelli è composta di sostanza corticale, per la maggior parte del tempo verde o sugosa ed indurita dall'epidermide. La prima risulta da molti strati soprapposti, ciascuno dei quali poi si dispone in uno strato interno fibroso ed in un altro esterno celluloso. Tra questi strati si spandono alcuni raggi midollari, simili a quelli del corpo legnoso, soltanto meno rilevati. Ogni anno si forma uno strato novello alla interna faccia della corteccia. Si dà il nome di *libro* agli strati dapprima teneri e molli. Negli strati interni, verdi e sugosi della sostanza corticale sembra che esistano i vasi nutritivi propriamente detti; quelli che contengono il succo elaborato nelle foglie sotto l'influenza dell'aria e della luce, e che lo distribuiscono nel corpo della pianta, come Schultz ha dimostrato. Da ultimo, si rinvengono frequentemente negli strati corticali dei grandi spazii particolari ripieni di diversi liquidi segregati, e che chiamansi *serbatoi del succo proprio*. Il tessuto cellulare situato sullo strato corticale esterno, che risulta dalla riunione di cellule rotondate, e ch'è esposto all'aria ed alla luce, si condensa e s'indurisce, donde si genera un'epidermide diversamente colorata. Frattanto non si giugne a rilevare questa epidermide che sopra i fusti giovani, ed i verdi rampolli degli alberi e degli arbuscelli, come ha fatto osservare L. C Treviranus. Nei vegetabili di età avanzata gli esterni strati della corteccia acquistano a poco a poco un colore più carico: essi si screpolano, si fendono, periscono e si distaccano dal tronco, a misura che sono respinti da novelli strati, che formansi di sotto, e che la loro strettezza non permette loro di contenere.

Il fusto, che porta rami foglie e fiori, che nel corso dello stesso anno nasce e perisce, sia in totalità, come nelle piante erbacee annuali, sia fino al nodo vitale della radice, come nelle piante erbacee perenni, è formato egualmente di un sistema legnoso e di un altro corticale. I fascetti di legno, ossia di fibre legnose, che son situate nell'interno, e che quasi sempre circoscrivono il midollo ovvero un canale midollare pieno di aria, contengono i vasi spirali provenienti dalla radice. I fascetti son riuniti mercè un tessuto cellulare, nel quale si trovano canali intercellulari. Nella scorza, ordinariamente verde e sugosa, e che risulta dall'insieme di diverse fibre riunite mediante tessuto cellulare, si rinvengono i vasi nutritivi provenienti dalle foglie. Il fusto verde e carnoso dei *cactus* e *stapelie*, ch'è ripieno della sostanza delle foglie, fa nel tempo stesso l'uffizio di queste ultime, ed è provveduto di pori allungati.

Il fusto delle monocotiledoni, che varia secondo le famiglie, differisce in generale

(1) *Hedwig li cita come vasi fibrosi. Decandolle li chiama fibre midollari. Queste fibre e le cellule del midollo stesso si colorano qualche volta, secondo le osservazioni di Labaisse allorchè si tuffano dei rami giovani in acqua colorata.*

da quello delle dicotiledoni, perchè esso rappresenta di vantaggio una massa omogenea, non essendo giammai composto di corpo legnoso, e di altro corticale distinti, che crescano ed aumentino di massa in senso contrario l'uno dall'altro. Esso non contiene affatto raggi midollari. Le fibre più vecchie vi son situate all'esterno, e le più recenti nell'interno. Il taglio trasversale del tronco delle palme non offre che fascetti di fibre longitudinali sparse e riunite mercè un tessuto cellulare, fascetti, dei quali gli esterni son duri e di tessuto compatto, nel mentre che per l'opposto gl'interni sono molli e simili all'alburno. Ciascun fascetto di fibre contiene vasi spirali ed acuminati che sono uniti da tessuto cellulare. Il colmo delle graminacee si distingue per essere composto di un numero più o meno grande di segmenti riuniti da rigonfiamenti o nodi, dai quali nascono delle foglie guainanti. Siffatti internodi son composti di fibre longitudinali e parallele, che circoscrivono un tessuto cellulare lasso. Nei nodi, queste fibre sono strette le une contro le altre ed intralciate in piano orizzontale, di modo che il canale ripieno di midollo si trova interrotto da tramezzi trasversali etc.

Il fusto delle piante cellulari, allorchè esiste, come nei muschi (*surculus*), in taluni licheni (*thallus, podetium*) ed in certi funghi (*thallus, peridium, cormus*), è composto di tessuto cellulare, senza qualsiasi altro tessuto nè corteccia. Il tessuto cellulare contiene qualche volta alcune cellule allungate, o talune cavità in forma di sacco. Nella maggior parte dell'epatiche, (*marcantia, riccia*), non si osserva che un disco fogliaceo (*frons*) che fa nel tempo stesso l'uffizio del fusto e delle foglie, e che non è composto se non di cellule rotondate ed allungate. Le alghe acquatiche rappresentano un insieme di piccoli sacchi. Tutte queste piante sono mancanti di epidermide propriamente detta, che non comincia a svilupparsi che nei muschi. Nei vegetabili cellulari i liquidi assorbiti sia per mezzo delle radici e prolungamenti capillari situati alla base del tallo, sia per la superficie, giungono nel tessuto cellulare, ed ascendono negli spazii in forma di sacco. L'ascensione dei liquidi colorati lungo il fusto è sovente facilissima a vedersi nei funghi. Osservasi ancora questo fenomeno nelle *ulve*, nei *fuchi*, nei *licheni*, e nei *muschi*. Nel tessuto cellulare si effettuano l'assimilazione del succo, e la sua conversione in sostanza propria del vegetabile.

Nelle piante vascolari questi liquidi assorbiti dalle radici attraversano il fusto o il tronco, le branche, ed i rami per giungere alle foglie. Dimostrasi ciò facendo in primavera sul fusto di alberi o di arboscelli, in diversa altezza, delle incisioni penetranti fino al legno; l'umore scola dapprima dalla inferiore, e poscia dalla superiore. Duhamel e Bonnet hanno veduto ancora nei loro esperimenti sui liquori colorati messi a contatto con le radici, che essi appariscono a poco a poco da sotto in sopra. Ma i fisiologi sono di diverse opinioni intorno alle parti che presiedono alla progressione dei liquidi. Alcuni hanno ammesso, che l'umore ascenda nel corpo legnoso: altri opinano che l'alburno contenga i vasi umorali: ed altri sostengono ancora che l'ascensione del sugo fassi ad un tempo nel midollo, nel legno, nell'alburno e nel libro. La prima opinione, cioè che il succo ascende nel corpo legnoso degli alberi e degli arbuscelli, e nei fascetti legnosi delle erbe e delle graminacee, diviene ogni giorno semprepiù verosimile. I seguenti argomenti sono in suo favore.

1. Egli è provato mercè l'esperienze di Coulomb, Knight, Wahlemberg, Walker ed altri, che in primavera il legno, i fascetti legnosi, e l'alburno sono pieni di succo, che arriva a poco a poco dalle radici alle foglie, passando pel fusto, per le branche e pei rami.

2. L'esperienze di Magnol, Labaisse, Duhamel, Bonnet, Reichel, Comparetti, Knight, Cotta ed altri sui liquidi colorati messi in relazione con le radici o con le branche tagliate, hanno fatto conoscere che questi liquidi si spandono nel legno, e che sovente ancora essi giungono alle nervature delle foglie e dei fiori.

3. Egli è abbastanza dimostrato, che gli alberi sviluppano foglie anche dopo che si è tagliata circolarmente la loro corteccia ed il loro libro fino al legno.

Siccome il legno degli alberi, ed i fascetti legnosi delle piante erbacee sono principalmente composti di vasi spirali, che si polungano dalla radice sino alle foglie, passando pel tronco, per le branche e pe'rami, che questi vasi formano probabilmente una cavità la cui continuità non offre interruzione, e che sono soprattutto quelli, che nelle esperienze sui liquidi colorati contenevano le materie coloranti, egli è probabilissimo che il succo ascenda nel loro interno, come hanno ammesso Ray, Labaisse, Duhamel, Bonnet,

Reichel, Schwagermann, Knight, Link, G. R. Treviranus, Dutrochet, Schultz ed altri. Per l'opposito Kieser, Amici, Decandolle e taluni altri opinano, che tale umore ascenda ne'dutti intercellulari, e vogliono che la sua progressione sia determinata dal tessuto cellulare che ha la proprietà d'imbeversi di liquidi.

L'umore che ascende dalle radici, in gran copia, specialmente di primavera, ed in minore abbondanza di estate, ovvero la linfa, come Duhamel la chiamava, non è stata raccolta finoggi che in poca quantità sugli alberi di cui perforavasi il tronco. Quella della betula, del faggio, dell'acero, dell'olmo, della vite, ec. secondo le ricerche di Hales, Deveux, Vauquelin, Proust e Scherer, è un liquido privo di colore e limpido, il cui peso specifico supera appena quello dell'acqua. Esso ha un sapore dolcigno che solletica la lingua. Il medesimo contiene sempre un acido, assai sovente libero, che è il carbonico o l'acetico. Il primo, giusta le osservazioni di Coulomb, manifestasi spesso sotto forma di bolle, nel momento stesso in cui l'umore scola dalla ferita fatta sull'albero. Per la maggior parte del tempo gli acidi sono combinati con calce, ovvero con questa e con potassa. Rinvengonsi anche nel succo diverse materie vegetali, dello zucchero e del mucco. La quantità di zucchero contenuto in quello dell'*acer saccarinum* ascende a circa il cinque per cento del suo peso. Qualche volta incontrasi ancora dell'albumina ed una sostanza analoga al glutine nel succo. Sembra che in esso non si sieno ancora osservate forme organiche, nè globetti: neanche G. R. Treviranus e Schultz ne hanno ravvisate. Schultz dice soltanto di averne scoperte alcune tracce nell'umore preso ad una considerevole altezza del fusto. Il succo che si raccoglie fermenta mercè la influenza dell'aria atmosferica, n'esala gas acido carbonico, la miscela s'intorbida, si precipitano fiocchi bianchicci, ed il liquido fassi acre. Non sono soltanto gli alberi che contengono sugo in primavera, e trovasi anche in questa epoca un liquido analogo nelle fibre legnose di altre piante. Esso è abbondantissimo nelle palme, tra le monocotiledoni. Il succo dell'erbe non è stato esaminato nello stato di purezza, e le analisi dei succhi ottenuti da diverse piante colla spremitura, non possono far conchiudere alcuna cosa certa, poichè il succo procurato in tal modo è mischiato con altri umori.

Le materie nutritive più grossolane che vengono assorbite dalle radici sembrano provare un certo grado di assimilazione per la loro mescolanza ad un liquido separato dalle fibre radicali. Ciò che indica aver luogo una secrezione di tal sorta nelle radicette de'giacinti, de'tulipani, e di altri bulbi messi nell'acqua, si è che le stesse son circondate da un liquido mucilaginoso o albuminoso osservato da Duhamel, Bonnet, Senebier ed altri. Il liquido che le radici di una pianta spandono nella terra, sembra ancora nuocere alla vegetazione di altre piante, asserzione appoggiata dalle osservazioni riferite da Brugmans e Mirbel (1).

Il sugo si assimila semprepiù a norma che ascende nel fusto. Risulta dalle ricerche di Knight e Wahlemberg che il suo peso specifico cresce in ragione che si eleva. Esso contiene ad un tempo più materia muco-zuccherosa. Il sugo dell'acero preso dalla parte superiore del tronco è più carico di zucchero di quello che proviene dalla parte inferiore. Ma grande oscurità regna tuttora rispetto alla maniera colla quale si effettua siffatta assimilazione, e di cui le materie assorbite dalle radici insieme coll'acqua acquistano a poco a poco le qualità dello zucchero, del muco, dell'albumina e di una sostanza azotata analoga al glutine. Knight ha emessa su questo punto una opinione che sembra verosimile: egli opina che le piante annuali una volta giunte al termine del loro incremento, depositano alla fine della state il superfluo delle materie nutritive nell'alburno e nelle radici, ove esso rimane fino alla primavera seguente, epoca in cui si combina col nuovo umore ascendente, di cui opera l'assimilazione mischiandosi collo stesso. Le piante annuali provenienti da semi, da cipolle, da tuberi, contengono già in questi organi tanta materia nutritiva quanta ne abbisogna pel

(1) *Sappiamo che l'esalazione di certi umori separati dalle radici di alcune piante nuoce ad altre che vegetano insieme nel suolo medesimo. Così la radice dell' enula campana* (inula helenium) *trasuda umore nocivo alla pastinaca : quella del loglio* (lolium temulentum) *fa male al grano ; l'*euphorbia peplus *e la* scabiosa arvensis *recano danno al lino esalando simili materiali.* Il Trad.

loro sviluppamento, unita così al loro germe mercè i vegetabili d'onde essi provengono. Finalmente egli pare, che nei due gruppi di vegetabili, una parte del *cambio*, preparata mercè la respirazione, passi direttamente dai vasi nutritivi nel succo, alla cui assimilazione esso contribuisce. Non si vede troppo, come senza questa addizione il succo potrebbe assimilarsi nel corso della sua ascensione dalle radici alle branche ed ai rami.

2. *Assimilazione nelle prime vie degli animali.*

Gli alimenti degli animali, sebbene di natura meno semplice e di una composizione chimica più prossima a quella degli esseri che essi nutriscono, che non sono quelli de'vegetabili, non passano affatto immediatamente nella massa delle parti solide. Essi prima di essere adattati a quest'uso abbisognano di certi cambiamenti che variano a norma del grado di complicazione organica degli animali, non che secondo la somma e l'energia delle manifestazioni di attività che esercitano questi ultimi. Negli animali più semplici, quelli che son formati di una sostanza omogenea, di semplice mucosità, come la maggior parte degl'infusori, il prendimento degli alimenti liquidi sembra non aver luogo che per assorbimento dalla superficie del corpo. Appena che le materie alimentari son giunte nella loro sostanza, subito esse vi sono assimilate e possono servire ai bisogni della nutrizione, perchè non vi sono organi particolari destinati ad effettuare l'assimilazione. Negli altri animali esiste una cavità particolare, il sacco alimentare o canale intestinale, in cui gli alimenti sono assimilati dopo essere stati trangugiati. Le piante non hanno affatto questo serbatojo per gli alimenti, che Aristotile già risguardava come un carattere dell'animalità.

Il sacco alimentare e gli organi che vi sono annessi costituiscono l'apparecchio digestivo. Questo presenta una sorprendente diversità ne'vari gruppi di animali quanto alla sua disposizione, alla struttura ed al numero degli organi che fan parte della sua composizione. Generalmente, si osserva che dopo la sua prima apparizione in taluni infusorii e ne'polipi fino agli animali a sangue caldo, negli uccelli e ne'mammali, nella classe delle meduse, degli entozoi, de'raggiati, degli anelidi, de'molluschi, degl'insetti, degli aragnei, de'crostacei, de'pesci e de'rettili, esso mostrasi tanto più completo e ricco di svariate parti, e in una parola tantopiù rilevato per quanto l'organizzazione stessa è più complicata, le manifestazioni di attività sono più energiche e svariate, ed il bisogno di alimenti fassi sentire a più brevi intervalli. Non può negarsi che la complicanza dell'apparato digestivo abbia strette connessioni collo sviluppamento del sistema nervoso, col numero degli organi de'sensi e con lo sviluppamento degli organi della locomozione (1). Tali sono le manifestazioni di attività di queste tre serie di organi che contribuiscono soprattutto ad accelerare la consumazione ed il rinnovamento di materia necessaria all'esercizio della vita. Per conseguenza quanto più i fenomeni della vita animale sono moltiplicati ed energici in un animale, tanto più ancora abbisogna che l'azione del suo apparecchio digestivo sia forte e sviluppata per preparare nuovi materiali che conservino gli organi della vita animale, e mantengano il loro giuoco senza interruzione

Oltracciò noi rileviamo, che la complicazione dell'apparato digestivo è in stretta relazione colla natura degli alimenti stessi, de'quali l'istinto spinge gli animali a nutrirsi. Quelli che vivono di liquidi hanno un' apparecchio digestivo meno complicato di quelli che si nutriscono di cibi solidi. Quanto più gli alimenti sono duri e diversi dal corpo che debbono sostentare, tantopiù gli organi della digestione sono complicati. Al contrario, quanto più questi alimenti medesimi son molli ed analoghi all'animale rispetto alla composizione, tantopiù è semplice ancora la struttura degli organi assimilatori. Ecco perchè gli accennati organi sono più complicati negli animali che vivono di piante e specialmente di erbe crude, che in quelli che si nutriscono di alimenti tratti dal regno animale.

Avendosi riguardo a queste diverse circostanze, si può dunque determinare anticipatamente, se l'apparecchio digestivo di un animale sia semplice o complicato.

Il sacco alimentare degli animali più semplici, di quelli che son composti di

(1) *Sebbene questa legge abbia qualche eccezione negli animali da Delle Chiaje dimostrati privi di nervi.* Il Trad.

sostanza gelatinosa omogenea, rappresenta una semplice cavità contenuta nella massa del corpo, la quale non è formata nè circoscritta da membrane particolari, ed a cui conduce un'apertura chiamata bocca. Nitzsch ha osservato ne'*cercarii*, un succhiatojo che conduce ad un vaso biforcato che perdevasi nella sostanza del loro corpo. Risulta dalle osservazioni di Spallanzani e Dutrochet (1), che i rotiferi hanno una apertura di bocca distensibile e contrattile, che conduce in un sacco in forma di stomaco, nel quale essi ricevono degli infusorii. Nei polipi, tanto di acqua dolce, gli idri, che in quelli di mare che formano i coralli, parimente non vi esiste che una cavità stomacale a foggia di sacco, con una apertura per la quale essi ingollano altri piccoli animali acquatici, che hanno attirato per mezzo delle loro braccia, e rigettano gli avanzi non digeriti de'loro alimenti, donde segue che questa apertura talvolta serve loro ad uso di bocca e di ano. Nei polipi che vivono sopra un asse comune e fisso, al pari che nelle *pennatole*, vedesi quasi sempre un canale sottile partire dalla cavità stomacale di ciascun polipo, e traversare il pedicello di questo, per guadagnare la massa comune, di modo che il nutrimento di ciascuno individuo giugne al tronco intero. (2) Le meduse presentano differenze relativamente agli organi digestivi. In quelle che Peron chiamava agastriche (*eudora, berenice*), non vi esistono che vasi assorbenti, che, di mezzo alla superficie inferiore dell'animale, si spandono come raggi in tutta la sua sostanza. In altri, all'opposto, si osserva in mezzo al corpo una cavità stomacale spaziosa, alla quale talvolta conducono molti canali assorbenti, come nei *rizostomi* di Cuvier, talvolta termina in una grande apertura boccale, sovente prolungata in tubo, come nelle meduse propriamente dette (3). Lo stomaco ha qualche volta delle laterali dilatazioni o appendici a culo di sacco, come nelle *cianee* di Cuvier, e da questo organo o da queste appendici partono dei vasi che si ramificano verso la periferia o il disco dell'animale, ed attraggono il succo nutritivo. Le attinie (*actinia, zoantes*, Cuv. *lucernaria Muller*) hanno una grande cavità stomacale, ove conduce una larga apertura boccale, per la quale esse introducono nel loro corpo diversi animali marini, crostacei, molluschi, e piccioli pesci, de'quali disciolgono rapidamente le parti molli, mentre che le parti dure che esse non digeriscono affatto, son rigettate per l'apertura medesima (4). Tra i raggiati incontrasi un'analoga disposizione nelle asterie, nelle quali ancora evvi una larga bocca situata in mezzo alla faccia inferiore dell'animale, e che conduce ad un gran sacco, donde partono alcune appendici ramose a culo di sacco, che si conficcano nei raggi. Questi animali, mediante i loro tentacoli, e spesso mercè il loro stomaco rovesciato su di se stesso, afferrano animali marini, per esempio delle attinie, ch'essi digeriscono celeramente, e di essi rigettano per la bocca le parti che non si disciolgono nel succo digestivo.

La disposizione degli organi varia assai negli entozoi, i quali presentano delle forme sì svariate rispetto al grado di complicazione organica. La cavità destinata a ricevere gli alimenti è disposta talvolta a guisa di vaso, e talvolta di vero sacco. Il canale intestinale in forma di vaso parte da aperture o da rigonfiamenti, che fanno l'ufizio di succhiatoj, e consiste in semplici canali, che traversano il corpo longitudinalmente, come nei vermi vessicolari (*echinococcus, coenurus, cysticercus*); oppure i quattro

(1) *Sui rotiferi* (furcularia et lobularia Lam.); *negli Annali del Museo di Storia Naturale t. XIX. p.* 353. *Intanto egli è cosa assai dubbiosa che un canale intestinale breve parta da questa cavità, e termini con un'apertura anale particolare.*

(2) *Cavolini (loc. cit. pag.* 56, 91.) *ha osservato, nelle sertularie, siffatti canali ripieni di liquido latticinoso ove trovavansi de'piccoli globetti in movimento.*

(3) *Lunga sarebbe la enumerazione anatomica concernente l'apparato digestivo di questi acalefi sviluppata da Delle Chiaje, ove gli alimenti pervengono per mezzo di capillari boccucce analoghe a quelle de'vegetabili; numerandosene* 400 *nella* cassiopea, 58 *nel* rizostemo, 20 *nella* equaca, 6 *nella* gerionea, 4 *nelle* dionea *e* caribdea. Il Trad.

(4) *Nel* ceriauthus Brerae *Delle Chiaje ha rinvenuto la gastrica cavità munita di due lunghi canali, e quella del suo* alcinoe papillosa *principia e termina con atrio imbutiforme.* Il Trad.

piccioli canali nascenti dai quattro succhiatoj si riuniscono in due tubi, come nelle tenie, e traversano tutti gli anelli, nei quali essi sono per la maggior parte del tempo legati da un canale trasversale (1); o in fine i vasi partendo dalle aperture succianti si ramificano nel corpo, anastomizzandosi spesso insieme, come nei vermi succiatori (*polystoma, tristoma, distoma, amphistoma*). I vermi rotondi hanno un canale intestinale in forma di sacco, ora provveduto di una sola apertura, come nelle filarie, ora di un ano, e di una bocca distinti, come nei generi, *ascaris, oxyurus, cucullanus* ec.

Negli altri animali, la cui organizzazione è più complicata, le oloturie, ed i ricci di mare tra i raggiati, gli anelidi, i molluschi, gli insetti, gli aragnei, i crostacei, i pesci, i rettili, gli uccelli ed i mammali, la cavità alimentare rappresenta un sacco più o meno lungo, formato da parecchie membrane soprapposte, chiamato canale intestinale. A questo conduce una apertura situata alla parte anteriore della testa dell'animale, la bocca, che termina in un'altra apertura situata quasi sempre all'estremità opposta del corpo, l'ano, per la quale mandansi fuora gli avanzi non digeriti di alimenti, mescolati ad umori escrementizii. La base del canale intestinale è una membrana cellulosa disseminata di vasi e di nervi, la cui faccia interna è tappezzata da una membrana che segrega mucosità. All'esterno questa membrana cellulosa è rivestita da una tunica muscolosa composta di fibre longitudinali e circolari. Da ultimo, la massima parte del canale intestinale è ancora inviluppata da una membrana sierosa. La membrana mucosa del sacco alimentare forma sovente delle pieghe e delle valvole, le quali fan sì che gli alimenti tranguggiati s'intrattengano per qualche tempo in diverse porzioni più ampie del rimanente. Essa segrega, per lo stimolo che le materie alimentarie vi fanno, dei liquidi i quali esercitano su queste ultime una influenza dissolvente ed assimilatrice. Nella superficie di questa membrana effettuasi ancora l'assorbimento degli alimenti divenuti liquidi. La membrana mucosa eccitata a contrarsi dalle sostanze alimentarie, fa progredir queste nel canale intestinale. Infine, la tunica sierosa che inviluppa il sacco alimentare situato in una cavità particolare del corpo, l'addomine, e che si chiama peritoneo, prolungasi in forma di piastre e di pliche, i mesenteri e gli epiploon, verso il canale, con la faccia esterna della membrana muscolosa del quale essa si unisce. Da una parte il peritoneo dà attacchi al canale intestinale, e dall'altra esso favoreggia, mercè il liquido che segrega e la sierosità peritoneale, il movimento vermicolare ed automatico di quest'organo.

La membrana mucosa e la muscolare variano assai negli animali, quanto alla loro disposizione. Principalmente dalle modificazioni che esse presentano sotto tale aspetto, dipendono le diversità del sacco alimentare, e che l'anatomia comparata insegna. Esse producono delle valvole prominenti e dei ristringimenti che dividono quest'organo in varj scompartimenti, stomaco, intestini, tenue e grosso, ne'quali restano le materie alimentari per qualche tempo a fine di esser sottoposte ai particolari cangiamenti, mercè l'azione dei succhi digestivi che ivi son separati.

La più generale azione che il sacco intestinale, negli animali che ne hanno un solo, esercita sugli alimenti introdotti nel suo interno, consiste nella secrezione di liquidi promossa dallo stimolo fatto alla interna superficie da materie straniere. Siffatti succhi esercitano una influenza disciogliente e liquefattiva su gli alimenti, di cui essi operano nel tempo stesso l'assimilazione, unendovisi. Noi vediamo in tutti gli animali, dai polipi fino ai mammali, che gli alimenti alquanto consistenti diventono più molli, polposi, e finalmente liquidi dopo la loro dimora nel sacco alimentare. Il mezzo col quale i succhi digestivi fanno la dissoluzione, è in parte l'acqua che essi contengono, e nella quale sono solubili moltissime sostanze organiche semplici contenute nelle materie alimentari, come l'albumina non coagulata, la gelatina, lo zucchero, il muccio vegetale e l'amido. Ma esso è costituito anche in parte dagli acidi, massime l'acetico e l'idroclorico che si contengono ne'succhi stomacali de'mammali, degli uccelli, dei rettili, de'pesci, e probabilmente di altri animali, acidi pe'quali son disciolti gli altri composti organici, come

(1) *Particolarità che Delle Chiaje poco ammette, avendo provato che nella tenia solitaria l'assorbimento de'succiatoi cefalici sta a quei di tutte le sue articolazioni come* 1 *a* 1000. Il Trad.

l'albumina concreta, la fibrina, la materia caseosa, il glutine ec. Gli alimenti vegetali ed animali più o meno composti da queste semplici combinazioni, dai medesimi vengono disciolti.

In tutti gli animali, anche nei polipi, gli alimenti sono ad un tempo tenuti in movimento mediante la reazione che le pareti contrattili del sacco esercitano col contrarsi mercè lo stimolo che essi cagionano. Le materie disciolte e cangiate dal sacco digestivo, sono assorbite dalla sua interna superficie, mentre che le parti che non hanno potuto essere disciolte, son rigettate, come indigeste, sia per la bocca, sia per l'ano.

Nella maggior parte degli animali che si nutriscono di alimenti solidi, e che per la loro conservazione hanno bisogno che l'atto della digestione e dell'assimilazione sia celere, la natura ha aggiunto ancora al sacco alimentare diversi organi, i cui movimenti o le secrezioni contribuiscono alla preparazione del succo nutritivo. A questa classe di organi appartengono quelli della masticazione, e diverse glandole secernenti liquidi, che per mezzo di canali li versano in varie porzioni del sacco alimentare, come la saliva, il succo pancreatico e la bile. Noi indicheremo sommariamente la parte che essi prendono nell'assimilazione.

Gli animali che vivono di alimenti tuttora organizzati oppure ancora vivi, son muniti di stromenti per distruggere in essi l'organizzazione e la vita. Sono questi gli organi masticatori, che variano più che ogni altra parte dell'organizzazione animale, rispetto alle parti che entrano nella loro composizione, al loro numero, alla loro forma, loro disposizione e connessioni. Essi offrono ad un tempo, nelle diverse classi, ordini, generi e specie, così manifeste e costanti, che i zoologi se ne son serviti come caratteri opportuni a classare gli animali. Si trovano questi organi ne'mammali, negli uccelli, nei rettili, ne'pesci, ne'crostacei, in molti insetti, massime ne'coleotteri ed ortotteri, ne'cefalopodi ed in molti gasteropodi, nei molluschi, nelle nereidi, negli anelidi, non che nei ricci di mare fra i raggiati. Essi consistono in ossa attaccate al cranio, o in pezzi, sieno calcari, sieno cornei, che chiamansi mascelle e mandibole, ed alle quali si attaccano muscoli, che possono muoverle in diverse direzioni. Nei mammali, ne'rettili e ne'pesci, quasi pochissimi eccettuati, le mascelle sono guernite di parti dure, detti denti. Questi variano infinitamente anche in ragione della natura degli alimenti, di cui gli animali fanno uso. Quelli dei carnivori sono quasi sempre aguzzi, taglienti, angolosi, o curvi, per poter prendere e scannare gli animali. Gli erbivori, per l'opposto, hanno denti più ammaccati, che loro permettano di schiacciare e tritare gli alimenti. In luogo di denti, le mascelle degli uccelli, e delle *chelonie* sono provvedute di un inviluppo corneo, chiamato becco. I movimenti delle mascelle presentano anche delle differenze. Nei mammali, negli uccelli, e ne'rettili, nei pesci, ne'cefalopodi, ed in parecchi gasteropodi, si muovono esse perpendicolarmente; mentre che il loro movimento fassi in linea orizzontale nei crostacei, e nei gamberi. Nella classe de'mammali, nelle specie carnivore, pel movimento da basso in alto della mascella inferiore sono gli alimenti lacerati e triturati. Negli animali che dividono i loro alimenti rosicchiandoli per mezzo de'denti a forma di forbici, la mascella inferiore muovesi di dietro in avanti e viceversa. I ruminanti che si nutrono di erbe e di sostanze assai consistenti la muovono lateralmente, ciò che loro permette schiacciare le materie prese tra i denti. Infine, nelle scimmie ed in parecchi *pachidermi*, che nutrisconsi di diversi alimenti, la mascella inferiore si muove ad un tempo in varie direzioni.

I movimenti che gli organi masticatorii effettuano con ubbidire alle determinazioni della volontà, distruggono la vita negli alimenti, se essi la godono ancora, ed abbattono più o meno la loro tessitura organica, circostanze senza le quali essi resisterebbero all'azione discioglíente de'succhi digestivi. Lo sminuzzamento degli alimenti rende questi ancora atti ad essere trasportati nel sacco alimentare mercè il moto vermicolare. Esso permette d'altronde alle sostanze disciogliénti di penetrarle e liquefarle più facilmente.

Gli animali differiscono essenzialmente per siffatti movimenti da'vegetabili, i quali non si nutriscono che di combinazioni organiche sciolte e più o meno scomposte, che essi si appropriano per via di assorbimento. Siccome i vegetabili non attirano mai alimenti vivi, così non han mai nè forza vitale nè tessitura organica per scomporli nel lavoro assimilativo, di cui l'unico scopo è di cangiare le affinità intrinseche agli alimenti liquidi. Al contrario, gli animali, che si nutrono di sostanze animali e vegetali, debbono da

principio abbattere la resistenza della vita e dell'organizzazione delle parti solide, dopo di che essi possono solamente modificare con i loro succhi digestivi l'affinità delle materie organiche. L'atto dell' assimilazione è dunque, sotto questo aspetto, più complicato negli animali che nelle piante.

Oltracciò, è cosa degna da osservarsi, che taluni animali sprovvisti di organi masticatorii per sminuzzare gli alimenti e ridurli in una massa pultacea, tengono nel sacco medesimo organi mercè i quali essi possono giugnere ad attenuarli, onde farli unire a'succhi digestivi e scioglienti. Così il pangolino *(manis)*, che si ciba d'insetti, ha lo stomaco assai muscoloso, per le cui forti contrazioni gli alimenti sono triturati. Gli uccelli granivori ed insettivori son provveduti di stomaco muscoloso assai robusto, la cui faccia interna è callosa ed atta a sminuzzare gli alimenti: azione che essi favoriscono dal loro canto ancora inghiottendo picciole petruzze. Il coccodrillo ha lo stomaco così fatto, come lo hanno le onchidie fra i molluschi, e le afroditi fra gli anelidi. In fine lo stomaco di taluni animali è munito di parti dure, calcaree o cornee che attenuano gli alimenti, come nelle blatte, nei ditiscoli, nelle forficole, nei saltarelli ed in altri, nella classe degl'insetti; nelle bulle (1), nelle aplisie, tra i molluschi; nelle nereidi tra gli anelidi.

Da ultimo, i diversi umori, come la saliva, il succo pancreatico e la bile, che alcuni organi separano dal fluido nutritivo degli animali e mescolano agli alimenti nelle diverse porzioni del canale intestinale, sono importantissimi all'atto dell'assimilazione.

Dapprima, in quanto alla saliva, questo liquido in molti animali mescolasi agli alimenti intromessi nella bocca. Tutti i mammali (e probabilmente anche i cetacei), gli uccelli, ed i rettili, hanno le glandule destinate a segregarla. Esse, tra gli ultimi, sono grossissime soprattutto nei serpenti. Alle stesse uopo è riferire le glandole che separano un umor venefico in molti *ofidiani* e che comunicano coll'interno degli uncinetti venefici. Nella classe dei pesci ve ne sono molti che hanno glandole analoghe alle salivari (2). Tra gli altri son tali, secondo Rathke, i carpi, le anguille, i luzzi, i siluri ec. Spallanzani riguardava benanche come analogo alla saliva il liquido che si separa nella interna superficie della faringe nei carpi, nei barbi, e nei luzzi. Tra i molluschi, vi sono glandole salivari nei cefalopodi, nei pteropodi *(clio)* ed in molti gasteropodi *(limax, helix, doris, aplysia, tritonia, onchidium, bulimus, murex)* ed altri. Gl'insetti hanno organi in forma di sacco, che segregano saliva e che si aprono nella cavità della bocca. Ramdohr, Posselt, Treviranus G. R., Rengger Léon Dufour ed altri, han trovato di tal sorta vasi nei papiglioni, nelle api, nella maggior parte dei ditteri, nelle libellule, nelle cicadarie, in molti emitteri, negli ortotteri, in certi coleotteri, in diversi atteri, *(pulex)*, in fine negli aragnei, nei scorpioni, e nelle cloporte.

La saliva, liquido acquoso quasi sempre leggermente alcalino, è composta, nei mammali, di acqua, di una materia animale particolare chiamata salivare, di muco, di osmazoma, forse di poca albumina e di molti sali. Essa contiene ancora in certi animali dello solfocianuro di potassio. I suoi effetti sugli alimenti sono di più sorte. Per l'acqua, carbonato, acetato, ed idroclorato di potassa e di soda che contiene, essa contribuisce ad ammollire e disciogliere le materie alimentari. Essa distrugge ancora i fenomeni vitali negli alimenti, cosa soprattutto visibile nei serpenti velenosi, il morso dei quali uccide prontamente gli animali. Oltracciò, la medesima sembra favorire l'assimilazione degli alimenti per le materie azotate, salivare ed albuminosa, che vi riunisce. In comprova della sua azione assimilatrice si può addurre, che gli animali destinati a nutrirsi di vegetabili hanno glandole salivari più voluminose di quelli che nutrisconsi di sostanze animali. Da ultimo, la unione della saliva agli alimenti rende questi più facili a trangugiarsi, umettandoli e rammollendoli.

In molti animali allorchè gli alimenti

(1) *E specialmente nella* bulla lignaria *Delle Chiaje ha osservato due mole calcari atte a macinare gli alimenti.* Il Trad.

(2) *Delle Chiaje, oltre questi faringei follicoli patentissimi nel* lofio *e nelle raje, ha scoperto fra le pareti esofagee di queste e delle torpedini vere glandule salivari interstiziali. Di più ha fatto egli conoscere che sopra l'orifizio stomachico dello* squadro, mustella *esistono tre antri destinati alla secrezione salivare.* Il Trad.

sciolti dal succo gastrico acido escono dallo stomaco, e passano nell'intestino tenue, vi si mescolano due liquidi di natura particolare, il succo pancreatico e la bile.

Il succo pancreatico è segregato, nei mammali, negli uccelli e nei rettili, non che nelle razze e negli squali tra i pesci cartilaginei, da una glandola conglomerata simile alle salivali, che dicesi pancreas. Il dutto escretore, semplice, doppio, o moltiplice di questa glandola, talvolta apresi immediatamente nella prima porzione dell'intestino tenue, altre volte si unisce con i dutti biliari: qualche volta una delle sue branche si anastomizza con questi, mentre che l'altra si apre nell'intestino. Nella maggior parte dei pesci ossei, il pancreas sembra essere rimpiazzato dalle appendici a cul di sacco, e più o meno numerose, dall'intestino tenue, di cui Swammerdam ha dato la prima volta esatta descrizione, sotto il nome di appendici piloriche, e che negli storioni son riunite e confuse in una massa analoga ad una glandola. In quanto ai molluschi, Grant ha ultimamente osservato in alcuni cefalopodi *(loligo sagittaria)* due glandole color rosso chiaro, separate in lobi ed unite al canale biliare, che suppone essere identiche al pancreas (1). Egli risguarda ancora le appendici glandolari che comunicano collo stomaco nelle *aplisie*, e nei *doris*, come analoghe alle appendici piloriche dei pesci. Le ricerche di Ramdohr hanno fatto conoscere, che nella classe degl'insetti, e precisamente in parecchi coleotteri dei generi *carabus*, *cicindela*, *dytiscus*, *staphylinus*, *tenebrio*, *Sylpha*, *necrophorus*, *hister*, ed *attelabus*, il canale intestinale è fornito di appendici vuote a guisa di sacco simili a quelle dei pesci (2).

Il succo pancreatico dei mammali, del cane, della pecora e del cavallo è leggermente acido, e secondo le osservazioni da me fatte insieme con L. Gmelin è composto di acqua che tiene disciolta molta albumina, una materia analoga al cacio, osmazoma e diversi sali. D'onde risulta di non esservi identità tra esso e la saliva, come molti fisiologi hanno preteso. Questo umore attesa la sua natura animale ricolma di azoto che esso mescola agli alimenti disciolti nello stomaco, pare, che serva principalmente ad assimilare questi ultimi, facendo loro acquistare le condizioni della composizione chimica animale.

In favore di questa opinione si può addurre, che il pancreas è molto più grosso nei mammali e negli uccelli erbivori, che negli animali carnivori, e che giudicandone dal volume esso fornisce più abbondante secrezione. Il succo pancreatico degli uccelli, dei rettili e dei pesci cartilaginei non è stato ancora sottoposto ad analisi chimica. Il liquido assai abbondante ch'è contenuto nelle appendici piloriche dei pesci è bianchiccio, viscoso, mucilagginoso, e quasi sempre arrossisce leggerissimamente il tornasole. Si può ammettere che, mediante la sua miscela col chimo, esso ne effettua l'assimilazione.

La bile, quest'altro liquido che, versato abbondantemente nel canale intestinale, si mischia cogli alimenti dopochè essi sono stati sciolti nello stomaco, è segregata da una voluminosa glandola, notevole per la particolare disposizione dei suoi vasi sanguigni, e che dicesi fegato. Questa glandola esiste in tutti i mammali, negli uccelli, nei rettili e nei pesci, non che tra gli animali invertebrati, in tutti i molluschi e crostacei: ed in questi ultimi dessa è sovente composta di un gran numero di canali ramosi. Nella classe degl'insetti essa sembra essere rimpiazzata da alcuni vasi più o meno numerosi terminati a culo di sacco, che apronsi nel canale intestinale, contengono un liquido gialliccio, di sapore amaro, e sono stati considerati da Cuvier, Posselt, Ramdohr, Treviranus, Carus, e I. F. Mekel (3), come organi secretori della bile. Vasi analoghi incon-

(1) *Questa supposizione è stata dimostrata da Delle Chiaje nella specie dei generi* oclopus, sepia, sepiola, tremoctopus, loligo, eledona, argonauta, *appo le quali il pancreatico apparato è stato delineato in tutta la sua estensione*. Il Trad.

(2) *Nei crostacei Delle Chiaje ha tra il dutto epatico della* maia squinado *isolato il pancreatico sistema che fedelmente ne segue tutte le ramificazioni*. Il Trad.

(3) Uber die Gallen-und Harn-Organe der Insekten; *dans* Archiv. fuer die Anatomie, *und Physiologie* t. 1. *p*. 21. *Io li riguardo nel tempo stesso come organi orinari, opinione già emessa da Rengger e Wurzer*.

trarsi nelle afrodite (1), fra la classe degli anelidi (2).

La bile degli animali vertebrati è composta di acqua, di muco, e di molte materie animali particolari, di resina biliare, di colesterina, di picromele, di acido colico, di una materia colorante, e probabilmente della materia salivare, di osmazoma, di cacio, e di molti sali. In questi animali essa è tratta principalmente dal sangue venoso condotto al fegato da un tronco venoso, la vena porta, che si distribuisce nell'interno di questa glandola a guisa di arteria. La sua secrezione da una banda sembra avere per scopo di mantenere la massa del sangue, rispetto alla chimica composizione, in tale stato, da poter servire alla nutrizione, e dall'altra di concorrere ad effettuare l'atto dell' assimilazione delle materie alimentari.

La maggior parte dei materiali della bile, la resina, il grasso, il principio colorante, il muco ed i sali son rigettati insieme con gli avanzi non digeriti delle sostanze alimentari, con i quali uniti insieme costituiscono gli escrementi. Egli sembra dunque perciò, che questa secrezione abbia uno scopo relativo al mantenimento della composizione chimica del sangue. Quanto al posto ch'essa occupa nella digestione, questo consiste non solo in ciò, che per la sua resina amara, eccita la membrana muccosa del tubo alimentare a fornire una secrezione più abbondante, e la tunica muscolosa ad effettuare movimenti più energici, ma benanche in ciò che i principii azotati che essa contiene, come il picromele, l'osmazoma, l' acido colico, unendosi agli alimenti sciolti, li assimilano, e li ravvicinano alla composizione chimica animale. Ciò che annunzia che siffatti principii vengono assorbiti insieme colle sostanze alimentari sciolte si è, il non rinvenirsene affatto negli escrementi.

I cangiamenti provati dagli alimenti nel tubo alimentare per divenire atti ad essere assorbiti, consistono dunque, in generale, nella distruzione delle qualità che essi potrebbero conservare ancora per la loro origine organica, e nella comunicazione di altre proprietà che li rendono suscettibili di divenir parti costituenti del corpo dell'animale che se n'è appropriato. Se dessi sono ancora viventi ed organizzati, la loro vita ed organizzazione son distrutte. Oltracciò, la chimica composizione che loro era stata data da altri corpi viventi cambia, ed essi si risolvono nei loro semplici elementi organici. Da ultimo, sono convertiti in un liquido già analogo, rispetto alla composizione chimica, alla massa dei liquidi dell'animale che li ha ingollati, liquido che chiamasi chilo e che è assorbito. Questo cangiamento è effettuato in parte da movimenti ed in parte dall'addizione di liquidi segregati. Un esito di escrementi che ha luogo nel maggior numero degli animali è l'ultimo termine o risultamento di questa serie di operazioni. Le manifestazioni di attività o di vita che determinano tali cambiamenti nel le sostanze alimentari, son designati col nome di digestione o assimilazione nelle prime vie.

Nelle piante non si osserva affatto digestione propriamente detta, divisione dissoluzione e conversione degli alimenti solidi in fluidi (3): esse non possono appropriarsi che alimenti liquidi mediante l'assorbimento. Egli pare che nelle stesse non abbia luogo, che l'assimilazione di questi liquidi alimentari mercè i succhi che vi si mescolano. Le piante non espellono affatto escrementi.

Così la digestione ha per scopo di pri-

(1) *Nelle quali Delle Chiaje ha dimostrato che tali vasi spesso spesso formano vari rigonfiamenti, nelle interiori pareti dei quali esiste un apparecchio glanduloso come lo indica il loro colore giallo-fosco.* Il Trad.

(2) *Nelle classi dei raggianti, degli acalefi, degli echinodermi è stato per la prima volta rinvenuto da Delle Chiaje; vale a dire a guisa di massicine giallicce nel duodeno delle* flustre: *presso i vasi nutritizi afferenti nei rizostomi, nelle cassiopee: tra gli andirivieni enterici negli* echini *e nelle* oloturie; *e nell'alto fondo dello stomaco delle* asterie, *e delle* ofiure. Il Trad.

(3) *Alcuni botanici han paragonato le radici dei vegetabili allo stomaco degli animali, e pretendono che esse digeriscano gli alimenti di cui si appropriano per via di assorbimento. Questa opinione, di cui fu Teofrasto, è erronea. Duhamel* (Physique des arbres t. II. p. 189) *si è già opposto contro quella, che le barbatelle elaborano i liquidi assorbiti dalle stesse, al pari che fa l'intera pianta, che se n'è imbevuta per mezzo delle radici.*

rare gli alimenti delle qualità particolari che loro sono state comunicate da altri corpi viventi, e loro darne delle nuove, che le permettono di addivenire parti costituenti del succo nutritivo, e delle parti solide dell'essere che se ne nutrisce.

Negli animali provveduti di un sistema linfatico destinato a ricevere e trasportare il chilo, il succo nutritivo continua ad elaborarsi percorrendo detto sistema. Al chilo ed alla linfa del sangue arterioso unisconsi dei liquidi segregati, che li avvicinano più alle condizioni del sangue. Tra gli organi che presiedono alla secrezione dei liquidi, annoveransi alcune glandole di una specie particolare, le glandole linfatiche, non che la milza, le capsule soprarenali e la tiroide. Il chilo e la linfa si approssimano tanto più al sangue relativamente al colore, al coagolamento ed ai principj costituenti, in quantochè ad essi si uniscono ancora liquidi assimilatori, come lo dimostrerò in appresso in trattando dell'assimilazione delle sostanze assorbite nel sistema linfatico dell'uomo. Le glandole linfatiche, che appariscono nei pesci e nei rettili insieme col sistema stesso, crescono in numero ed in volume negli uccelli e nei mammali, le cui manifestazioni di attività essendo più intense, hanno per ciò ancora bisogno di una preparazione più rapida di sangue pel loro mantenimento.

1. *Proprietà dell'assimilazione.*

La proprietà, che hanno tutti i corpi organici vegetali ed animali, di assimilare gli alimenti tratti dall'esterno, o di convertirli in un liquido, la cui composizione chimica si approssima alla loro, manifestasi in ciascuno di questi corpi di una maniera particolare, cioè con speciali modificazioni. Ciascun corpo vivente prepara con gli alimenti i più dissimili un liquido nutritivo particolare ed adattato alla sua conservazione, nella stessa guisa che corpi organizzati differenti producono cogli stessi alimenti, dei liquidi nutritivi che non si rassomigliano. Non si potrebbe negare nell'assimilazione una operazione esclusivamente propria ai corpi viventi, che non è in nessun modo paragonabile ai cangiamenti di composizione, che le forze fisiche generali ed il giuoco delle chimiche affinità possono produrre nelle materie inorganiche. Fa d'uopo considerarla come un atto vitale, come un effetto della vita. Esaminiamo in che consista questa proprietà.

L'assimilazione sembra doversi attribuire all'azione dei liquidi che i corpi viventi segregano ed aggiungono alle materie alimentari, nella composizione chimica delle quali questi liquidi producono dei cangiamenti particolari.

Negli animali, diversi liquidi contenenti principii particolari assai azotati, la saliva, il succo gastrico, il pancreatico, e la bile, si mescolano cogli alimenti, i quali dopo essere stati disciolti vengono assorbiti insieme con essi. L'addizione di questi liquidi rende la composizione chimica degli alimenti sciolti più prossima a quella del corpo animale che li ha sottomessi alla digestione, e loro procura le qualità che distinguono quest'ultimo. Nei vegetabili il succo assorbito dalle radici sembra essere assimilato mercè la sua miscela con liquidi provenienti dai vasi nutritivi, e contenenti combinazioni vegetali particolari, molto ricche di carbonio, come di zucchero, di muco vegetale, e di amido.

I liquidi dotati di proprietà particolari che si mescolano cogli alimenti, sono paragonabili a fermenti che determinano nelle sostanze alimentari risultanti da organiche combinazioni, dei cangiamenti tali, che siffatte sostanze loro diventano analoghe rispetto alle proprietà. Si può ammettere che ciascun corpo vivente allorchè si mantiene in virtù della propria sua attività, ed in virtù della sua composizione organica speciale, possiede in qualche modo benanche il suo fermento particolare, per mezzo del quale esso effettua l'assimilazione degli alimenti che introduce nel suo corpo.

L'azione assimilatrice dei liquidi uniti agli alimenti può del pari essere paragonata a quella del liquore seminale dei maschi su l'umor prolifico della femmina, nell'atto della generazione. Siccome l'influenza vivificante specifica del seme sulla materia genitale determina dei cangiamenti particolari di forma e di composizione, pei quali il germe diventa simile in tutto alla specie vegetabile o animale, i cui individui hanno la facoltà di produrla; così ancora gli alimenti acquistano delle proprietà speciali e conformi a quelle degli individui che ne fanno uso.

Da ultimo, il modo di agire dei liquidi assimilatori può esser paragonato ad un fenomeno il quale non si osserva se non negli animali, l'infezione per mezzo di principii contagiosi. Nel modo stesso che alcuni principii contagiosi, quello del vajuolo per esempio, dopo essersi sviluppato per talune circostanze in un animale,

danno luogo, allorchè essi sono trapiantati in un altro corpo vivente della stessa specie, ad una malattia tutta simile, ed alla produzione di un principio contagioso simile; così ancora sono i liquidi assimilatori che comunicano agli alimenti introdotti nei corpi viventi le loro qualità e proprietà speciali.

Tutti i fenomeni dei quali si è fatta parola, e che si osservano soltanto nei corpi viventi, quanto alla base, sembrano poggiare sulle proprietà viventi dei liquidi organici, di produrre in talune circostanze, in altri corpi o materie organiche, dei cangiamenti o fermentazioni analoghe, i quali fan sì che questi corpi acquistino le proprietà medesime delle quali esse son dotate.

La proprietà assimilatrice dei liquidi che i corpi viventi danno agli alimenti dipende da una forza speciale, o può ella esser riferita all'azione di un'altra forza organica? Galeno (1) già ammetteva una forza particolare di assimilazione, ed altri fisiologi, tra i quali Grimaud (2) tra i moderni, sono stati dello stesso avviso. Essi poggiavansi principalmente su ciò che l'assimilazione non potrebbe essere considerata come effetto di altra forza, specialmente della forza di nutrizione o di formazione, quella con cui la medesima ha d'altronde maggiore analogia, poichè essa ha per scopo di produrre una sostanza omogenea con alimenti eterogenei, mentrechè la forza di nutrizione o di formazione produce, col liquido nutritivo omogeneo, miscele differentissime le une dalle altre, cioè i materiali delle parti solide. Non pertanto egli sembra che non vi sia bisogno di ammettere una forza assimilatrice speciale, tanto più che questa ipotesi non fa conoscere meglio l'assimilazione in sè stessa. I liquidi assimilatori debbono le loro diverse qualità alle manifestazioni di attività delle parti solide, vale a dire che essi sono preparati col succo nutritivo generale, mercè l'azione di queste parti, nelle quali per conseguenza la loro secrezione suppone la forza di nutrizione e di formazione, le cui modificazioni la fan variare alla loro volta.

Siccome in virtù di questa forza le parti solide attirano dell'umor nutritivo generale dalle materie che esse fanno entrare nella loro composizione, e nella loro struttura organica, ed alle quali esse comunicano le loro qualità vitali; così gli organi che preparano i liquidi assimilatori con il fluido nutritivo generale sembrano loro comunicare, mercè lo stesso atto ed in virtù della medesima forza, delle qualità che loro permettono di agire su gli alimenti in modo da operarne l'assimilazione. La forza formativa, che nella generazione di ciascuna specie animale o vegetale produce de'composti chimici, delle forme organiche ed un modo di sviluppamento conforme a quello dei corpi generatori, è anche quella che, preparando i liquidi assimilatori e la loro azione sopra gli alimenti, produce continuamente un liquore appropriato al modo particolare di composizione, di organizzazione e di attività di questi corpi.

Siccome la origine delle specie animali e vegetali suscettive di riprodursi per via della generazione, non appartiene alle cose che noi possiamo comprendere, e che gli effetti della forza di formazione si continuano per generazioni, in una serie, di cui lo spirito umano non saprebbe attendere la fine; così vale lo stesso rispetto alle manifestazioni di questa forza nella nutrizione e nell'assimilazione. Noi osserviamo solamente, negli individui, manifestarsi gli effetti della forza di formazione, nella generazione, nella nutrizione, e nell'assimilazione in mezzo a certi fenomeni e condizioni, che cerchiamo di conoscere senza poter dar ragione della cagione primitiva dalla quale dipendono.

CAPITOLO V.

Della respirazione.

Il liquido preparato colle materie alimentari mediante le funzioni delle prime vie, non è ancora adattato alla nutrizione delle parti solide. Per addivenirlo, esso abbisogna dell'azione dell'aria atmosferica che vi produce taluni cangiamenti. Questi sono dei risultamenti della permuta di sostanze gassose che ha luogo tra esso e l'aria. Il succo nutritivo più grossolano ne assorbe alcuni principii in quest'ulti-

(1) *Galeno* (de Nat. facult. *l.* 3. *c.* 1.) *faceva effettuare l'assimilazione da una forza speciale,* facultas assimilatrix. *Bacone ammetteva un* motus assimilationis *particolare.*

(2) *Grimaud* (Cours complet de physiologie *t.* 1. *p.* 220) *chiamava la forza di assimilazione,* forza di affinità vitale, forza o facoltà digestiva.

ma e ne rigetta altri. Perciò la sua composizione cambia, ed esso acquista le qualità che gli sono necessarie per combinarsi colle parti solide nell'atto della nutrizione. Si dà il nome di respirazione alla conversione di questo liquido grossolano in umore nutritivo propriamente detto, mercè l'influenza dell'aria atmosferica. Siccome gli atti che accompagnano la respirazione differiscono negli animali e nei vegetabili, noi li esamineremo dapprima in ciascuno di questi gruppi di corpi viventi presi isolatamente.

1. *Respirazione delle piante.*

Tutte le piante durante la loro piena ed intera attività, attirano alcuni materiali dall'aria che le circonda immediatamente, o sottraendone all'aria contenuta nell'acqua, quando sono vegetabili acquatici. Ma nello stesso tempo esalano anche materie in forma di vapori o di gas. Le piante più complicate o più perfette, le vascolari, monocotiledoni e dicotiledoni, sono fornite di organi particolari, le foglie, che fanno siffatta permuta di materie gassose. Ma la scorza verde, soprattutto nei vegetabili privi di foglie, come tra gli altri nei *cactus* (1), sembra poter servire anche al sostegno della respirazione (2). Nei vegetabili più semplici, come le piante cellulari, le alghe, i licheni, i funghi ed i muschi, non vi sono organi respiratorii speciali, e la respirazione sembra farsi da tutta la superficie del corpo.

Le foglie, che presentano tante differenze rispetto alla loro grandezza, numero, forma, composizione e situazione, possono essere considerate in qualche maniera, secondo l'osservazione già fatta da Malpighi, come prolungamenti, continuazioni, espansioni del fusto e dei rami. In ciascuna di esse si prolungano delle fibre che dal tronco si distendono in superficie. Durante il completo sviluppamento e l'intero appalesamento delle manifestazioni di attività delle foglie, fassi un passaggio immediato dalle parti del fusto a questi organi. Talvolta le fibre si riuniscono in fascetti e rappresentano un picciuolo, come nelle foglie picciuolate; talvolta le fibre del fusto si piegano subito, come nelle foglie sessili. Le foglie presentano anche una specie di articolazione col fusto e con i rami, come nella maggior parte degli alberi e frutici; ovvero le medesime sono prolungamenti immediati di questi, ed hanno la forma di semi che inviluppano il fusto, come nelle graminacee. Esse medesime sono semplici o composte di più fogliuzze. Le fibre che si prolungano sia nel picciuolo, sia immediatamente nelle costole e nelle nervature, e le cui ramificazioni formano reticelle più o meno strette, sono composte da vasi spirali del tronco. Oltre i vasi che conducono il succo dalle radici e dal tronco, ve ne sono benanche alcuni particolari, di cui Schultz ha dimostrata la esistenza. Essi rinvengonsi ancora nelle costole e nelle nervature delle foglie, d'onde riconducono nella corteccia del tronco il succo nutritivo preparato dalla respirazione. I vasi che assorbono il succo e quelli che riconducono il cambio sembrano comunicare immediatamente gli uni cogli altri nelle maglie le più delicate della reticella areolare. L'interstizio di questa maglia è ripieno di un tessuto cellulare più o meno abbondante. Il parenchima delle foglie composto di vasi e di tessuto cellulare, è coperto intieramente dall'epidermide, che, secondo le ricerche di L. C. Treviranus, si compone degli strati i più esterni del tessuto cellulare, sia semplici sia moltiplici. Le cellule di questa epidermide differiscono da

(1) *La scorza verde, la cui organizzazione somiglia a quella delle foglie e che ha dei pori allungati, fa ancora l'uffizio degli organi nella* stapella *non che nei generi* ceropegia, xylophylla, casuarine *ed altri. Molte piante parasite prive di foglie, come le cuscute, le cassite ed altre, sembrano vivere a spese del succo nutritivo dei vegetabili sopra i quali esse nascono.*

Perciò le piante che soffrono il gravame delle parasite menano languida vegetazione, invecchiano, e periscono più presto. Ordinariamente le piante parasite nascono sopra quelle che son malate o vecchie. I muschi, i licheni, i funghi vi crescono a preferenza. Il Trad.

(2) *È ben noto che nelle piante crasse, come nei catti, nelle stapelie, nei mesembriaxtami ec. l'assorbimento periferico è assai energico. Poichè le medesime rispetto ad altre piante son fornite di radici più piccole che reggono in suoli secchi, chiaro rilevasi che si nutriscono più mercè l'assorbimento suindicato, che pel succhiamento dalle radici.* Il Trad.

quelle che si osservano nel rimanente del tessuto cellulare per la mancanza di ogni succo e pel difetto di colorito.

Alla superficie delle foglie si veggono i pori allungati *(pori exhabentes, spiracula, stomata)* che sono stati scoperti da Grew, e la disposizione dei quali è stata accuratamente esaminata da Kroker, Rudolphi, Moldenhawer, L. C. Treviranus e da altri. Tali pori per la maggior parte son situati alla superficie inferiore delle foglie, mentre essi occupano la superiore nelle foglie galleggianti sull'acqua. Entrambe le superficie delle foglie ne offrono nel più gran numero di monocotiledoni, nelle graminacee, nelle scitaminee, nelle palme, nelle gigliacee ec. Tra le piante dicotiledoni, questa ultima disposizione ha luogo massime in quelle che hanno le foglie spesse, coriacee, o sugose, come nelle conifere, nelle mimose della Nuova Olanda ec. Assicurasi finalmente, che non vi sono pori totalmente allungati nelle piante che sono interamente coperte dalle acque, come la zostera, il ceratofillo.

I pori, giusta le ricerche di Mirbel, Moldenhawer, e L. C. Treviranus, conducono in mezzo alle cellule delle foglie, nelle quali si trova un succo verde che contiene piccioli grani o globoli. Non è provata l'esistenza di una comunicazione immediata tra essi ed i vasi, o condotti cellulari stessi, come hanno ammesso Comparetti e Kieser.

Le foglie delle piante cellulari, che hanno un colorito verde, come nella maggior parte dei muschi, sono ordinariamente sprovvedute di nervature. Esse consistono in un tessuto cellulare omogeneo e non hanno affatto pori allungati. Allorchè nelle stesse si osservano delle nervature, queste son formate da cellule allungate, la cui riunione fa apparirci delle nervature che offrono le foglie delle piante vascolari. Le foglie della maggior parte dell'epatiche sono prive di nervature e composte di cellule rotonde. Si osservano su quelle di molte alghe delle nervature formate da cellule allungate. Le foglie delle piante cellulari non sono che semplici prolungamenti del fusto, cui esse assomigliano perfettamente rispetto alla struttura, secondo Decandolle (1).

Le operazioni mercè le quali il succo condotto alle foglie è convertito in *cambio* consistono nella eliminazione e rigettamento di certi materiali del primo, e nel prendimento nell'aria di molti principii che si combinano con esso. Malpighi già sapeva che le foglie esalavano: e questo fatto è stato sufficientemente dimostrato dall'esperienze di Mariotte, di Woodward, di Hales, di Duhamel, di Bonnet, di Bierkander, di Senebier, di Martino ec. La quantità di materia, che perdesi per questa via è considerabilissima, come lo provano soprattutto le preziose esperienze di Woodward. La esalazione in nessuna parte ha luogo con tanta rapidità quanto nelle foglie che cominciano a sbucciare, e che sono ancora tenere. Sul cominciar dell'autunno essa diminuisce a poco a poco, a norma che il tessuto addiviene più duro e più secco. Infine essa cessa del tutto quando le foglie addivengono gialle: allora i vasi pei quali le medesime comunicano col fusto si disseccano e si obliterano (2). La quantità di materia esalata varia anche secondo l'ora della giornata.

(1) *Per questo riguardo ragionevolmente credesi non appropriato il nome di foglie alle piante acotiledonate o cellulari, come i* muschi, i licheni, *le alghe, i* funghi, *ec. Tali vegetabili veggonsi ora in forma di filamenti o di fettucce allungate, fesse, sfrangiate, ora come membrane gelatinose di svariatissima forma, consistenza, e colorito: non offrono distinzione di fusto, rami o radici, ma un tutto uniforme. Tutta la massa delle piante è semplice espansione di tessuto cellulare molle, mucoso, omogeneo, onde colla macerazione si discioglie quasi interamente.* Il Trad.

(2) *Tali vasi esistono lungo il gambo delle foglie che dicesi picciuolo pel quale comunicano colla pianta. Allorchè nell'autunno la temperatura si abbassa, l'energia vitale delle piante diminuisce, ed il movimento dei sughi si rallenta, i gambi suddetti si disseccano, onde ha luogo lo sfrondamento* (defoliatio), *accelerato dai freddi e dalle diverse meteore: circostanza che varia a norma dei climi. La caduta delle foglie avviene nei frutici e negli alberi dicotiledoni che annualmente se ne rivestono, mentre che nelle piante sempre verdi si effettua lo sfrondamento dopo lo sviluppamento delle nuove foglie che suole avverarsi elasso il primo anno. Presso noi il salcio piangente* (Salix babylonica) *ritiene le foglie vecchie anche dopo che si sono sviluppate le nuo-*

L'esalazione è assai abbondante nel giorno sotto l'influenza della luce del sole, come l'hanno dimostrato Hales, Guettard, Senebier, e Th. de Saussure. Se cuopronsi due piante della stessa grandezza sotto due campane di vetro, ed espongasi l'una alla luce solare, e l'altra lascisi all'ombra, la faccia interna della prima campana non tarda ad irrorarsi di gocce di acqua, mentre quella della seconda resta secca. L'esalazione è appena sensibile durante la notte. Del resto, essa è singolarmente modificata da altre influenze, specialmente dalla temperatura, dalla pioggia e dallo stato di secchezza o di umidità dell'aria. Risguardata in un modo generale, essa si fa tanto più abbondantemente, come l'ha detto assai bene Duhamel, per quanto la vita delle piante ha maggiore energia, in mezzo a circostanze esterne favorevoli, e per quanto le operazioni che ne dipendono sono più attive. Da ultimo, essa è tanto più copiosa in una pianta, per quanto questa ha più foglie, per quanto le sue foglie presentano una più grande superficie e per quanto esiste nelle stesse un numero più grande di pori allungati.

La materia della traspirazione delle piante è in gran parte vaporosa, e qualche volta per altro anche liquida. A questa ultima deve riferirsi la rugiada, che si trova spessissimo sulle foglie. Secondo Hales e Senebier, dessa è principalmente costituita dall'acqua, che esala spesso un odore particolare alle piante. Senebier assicura di avervi rinvenuto qualche volta una materia analoga alla gomma o alla resina, con del carbonato e solfato di calce.

In ordine ai cangiamenti che le piante producono nell'aria, egli è provato dalle osservazioni e dall'esperienze di Priestley, Scheele, Ingenhouss, Spallanzani, Senebier, Humboldt, Th. de Saussure, H. Davy, Woodhouse, Gilby, Grischow ec. che le foglie verdi e bene sviluppate, esposte all'influenza della luce solare, scompongono l'acido carbonico contenuto nell'aria, che il carbonio con una data quantità del suo ossigeno si combina colle piante, e che il rimanente ossigeno ritorna nell'aria atmosferica in forma di gas. Al contrario durante la notte o allorchè esse son sottratte alla luce, egualmente che quando cominciano ad appassire nell'autunno, e in fine quando esse si ammalano e prendono colorito diverso dal verde, le piante assorbono una parte del gas ossigeno dall'aria, ed esalano gas acido carbonico, in proporzione molto minore della quantità di carbonio che assorbono nella giornata. Esse ritengono anche allora una certa quantità di ossigene, che le foglie sane esalano il giorno appresso alla luce solare.

Priestley è stato il primo ad osservare la proprietà che hanno le piante di purificare l'aria mediante la loro respirazione. Egli ha veduto dei vegetabili continuare a vivere nell'aria chiusa, ed allorchè a capo di qualche tempo pose una candela di cera accesa in quest'aria, la stessa non vi si estinse. Ingenhouss ha fatto vedere che questo cambiamento dell'aria è dovuto alla separazione del gas ossigeno che ha luogo per mezzo delle foglie qualora le medesime sono esposte all'influenza della luce solare. Senebier ha provato che il gas ossigeno proviene dalla scomposizione dell'acido carbonico dell'aria per mezzo delle foglie. Teodoro de Saussure ha dimostrato che le piante periscono tosto nel gas acido carbonico puro, anche in quello ch'è mischiato con gran quantità di aria atmosferica, ma che, quando esso esiste in picciola proporzione nell'atmosfera, lungi dal nuocer loro, al contrario ne favorisce l'accrescimento, sotto l'influenza della luce del sole; e che frattanto, se le piante non sono esposte alla luce, questo gas è loro nocivo. Egli ha confermato ancora che i vegetabili non possono vivere in un'aria affatto priva di gas acido carbonico. Percival ed Henry hanno egualmente posto fuori di dubbio la necessità dell'assorbimento di questo gas per la nutrizione delle piante. Risulta dunque da ciò che lo sviluppamento del gas ossigeno per mezzo delle foglie, sotto l'influenza della luce del sole dipende dalla decomposizione del gas acido carbonico, ch'esse hanno assorbito nell'aria, e di cui ritengono il carbonio, mentre che n'esalano l'ossigeno. Le conferve, le alghe ed i licheni, che hanno color verde, secondo le osservazioni d'Ingenhouss, di Scherer e Senebier, esalano ancora del gas ossigeno, quando vengono esposte all'aria.

re, e perciò si confondono tra loro ; onde detta pianta annoverasi fra gli alberi sempre verdi. Questa cosa da gran tempo conosciuta, fu notata da Tenore nel suo Cenno sulla Geografia Fisica e Botanica del Regno di Napoli 1827. Il Trad.

Saussure dice avere osservato che le piante esalano ancora un poco di azoto; ma Gilby nulla ha veduto di simile nelle sue esperienze. La quantità di acido carbonico, che le piante assorbono, quella di ossigeno che le medesime esalano, variano di molto secondo i vegetabili. Tutte le circostanze esterne essendo eguali, esse dipendono dalla natura delle foglie. Le piante a foglie sottili prendono più acido carbonico e rendono più ossigeno di quelle a foglie spesse e carnose.

Le piante procedono altrimenti per rispetto all'aria atmosferica o stante la notte, o quando esse sono sottratte all'azione della luce solare. Le loro foglie allora assorbono dell'ossigeno, e parecchie esalano del gas acido carbonico, come lo hanno provato le esperienze di Spallanzani, Th. de Saussure, Gilby, Gough ed altri. I vegetabili presentano delle differenze relativamente alla quantità, ch'essi assorbono del primo gas e ch'esalano del secondo. Quelli a foglie spesse e carnose assorbono meno ossigeno e non esalano affatto acido carbonico. Seguono le piante sempre verdi, le conifere, di poi infine gli alberi e gli arbuscelli i quali perdono le loro foglie nell'autunno. Questi ultimi sono quelli che assorbono più ossigeno ed esalano anche maggior copia di acido carbonico. Inoltre le piante attirano più ossigeno in primavera che nell'autunno. Del resto, la quantità di ossigeno di cui esse si appropriano è sempre più considerevole di quella di acido carbonico ch'esalano. Quella ch'esse attirano nella notte è meno considerevole ancora di quella che danno durante il giorno, come l'hanno provato le numerose esperienze di Saussure. Sembra che l'ossigeno assorbito dalle piante durante la notte combinisi con i materiali del succo, per produrre dell'acido carbonico e ch'esso venga così in parte rigettato al di fuori. Il gas acido carbonico esalato di notte è assorbito di nuovo nella giornata, e si sviluppa in forma di ossigeno per l'influenza della luce solare. Noi ne abbiamo la pruova in una esperienza di Saussure, il quale coprì una pianta sul bagno di mercurio con una campana contenente aria atmosferica mescolata con un decimo di acido carbonico; alla fine di sei giorni in cui la pianta era stata esposta alternativamente alla luce del sole ed alla oscurità, l'aria non conteneva più acido carbonico, ma la quantità di ossigeno si era accresciuta. Oltre a ciò, egli è provato, che la quantità di gas acido carbonico che le foglie scompongono colla influenza della luce solare supera di molto quella ch'esse producono durante la notte.

Se noi riuniamo in un quadro rigorosamente i fenomeni della respirazione delle piante, vediamo che essi consistono in ciò, che le foglie esalano acqua in forma vaporosa, e gas ossigeno, nel corso del giorno sotto l'influenza della luce del sole. L'acqua proviene non solo dal succo che le radici mandano per mezzo dei canali umorali nel parenchima delle foglie, ma ancora dall'umidità che questi ultimi assorbono durante la notte. Il primo effetto dell'evaporazione di quest'acqua è il ravvicinamento o il condensamento delle materie organiche contenute nel succo. Il gas ossigeno deriva in gran parte dall'acido carbonico assorbito nel giorno e dall'acqua carica dello stesso gas, che le radici assorbono nel terriccio insieme colle materie organiche. Tal'è la sorgente che gli assegnano Senebier, Woodhouse e Saussure. Forse esso proviene anche in parte dalle combinazioni organiche ossigenate che sono contenute nell'umore, cioè dall'acido acetico, dallo zucchero e dalla materia analoga alla gomma. Non è cosa certa che l'acqua dell'umore sia scomposta dalla respirazione delle piante, come Bertholet e Thompson hanno presunto, e che una parte dell'ossigeno da esse provenga: Saussure rigetta tale decomposizione come cosa poco probabile. L'esalazione dell'ossigeno aumenta la proporzione del carbonio relativamente agli altri elementi del succo, al pari che la sua quantità assoluta diventa più considerevole mercè l'assorbimento di quello che contiene l'acido carbonico dell'aria. A convalidare questa ipotesi si possono citare le esperienze di Chaptal, Hassenfratz e Senebier, dalle quali risulta, che alcune piante ch'erano germogliate all'ombra contenevano carbonio molto meno di altre ch'erano esposte alla luce.

La questione per sapere quale delle due superficie di una foglia presieda all'esalazione dell'acqua, non che, se sia la superiore o la inferiore che assorba e tramandi materie gassose, ha formato il subietto di discettazione. Guettard, Duhamel e Bonnet credettero di dimostrare con esperienze sopra le foglie di cui essi avevano inverniciate le superficie, che l'esalazione dell'acqua effettuasi principalmente dalla superiore, poichè l'applicazione della vernice su di quest'ultima interrompeva in gran parte il fenomeno Knight al contra-

rio conchiude, mercè le sue esperienze sulle foglie di vite messe a contatto con piastre di vetro, nelle quali egli osservò la superficie inferiore soltanto coprirsi di umidità, quando il sole agiva sulle foglie, che la esalazione si effettua per questa superficie inferiore. L. C. Treviranus ha ripetuta la esperienza di Knight sopra un gran numero di piante, ed ha ottenuto per risultamento che nelle foglie membranose l'esalazione fassi per la superficie fornita di pori allungati. Alcuni vegetabili traspirano per la superficie superiore, altri per la inferiore, e taluni alle volte per entrambe. L'esalazione non ha luogo, che per l'influenza della luce solare, tempo in cui i pori allungati sono più aperti, mentre ch'essi appajono rinserrati nella oscurità. Per altro, egli è indifferente che la luce del sole cada sulla superficie inferiore, o sulla superiore. Treviranus risguarda perciò i pori allungati come le vie per le quali la parte acquosa del succo si dissipa nell'aria: opinione in favor della quale si sono dichiarati ancora Decandolle, Sprengel, Link e Rudolphi. Nel tempo stesso egli li crede organi che assorbono i materiali nell'aria. Già precedentemente G. R. Treviranus aveva detto, che la respirazione dei vegetabili si effettua per mezzo dei pori allungati. In sostegno di questa ipotesi si possono citare le osservazioni di Jurine sulle foglie immerse nell'acqua sotto il recipiente della macchina pneumatica, e dalle quali si son vedute uscire piccole bolle di aria per la superficie che presentava pori allungati.

Bisogna considerare come altrettanti atti organici delle foglie viventi sì l'assorbimento e la decomposizione dell'acido carbonico sotto l'influenza della luce solare, che l'assorbimento di gas ossigeno e la produzione di acido carbonico durante la notte, che hanno luogo nella sostanza di questi organi. Questi atti continuano ancora lungo tempo quando le foglie son fresche ed intiere, anche dopo che esse sono state tagliate in pezzi. Ma allorchè le foglie vengono schiacciate in modo da distruggerne l'organizzazione e la vita, il gas acido carbonico non si decompone più sotto l'influenza della luce solare, e parimente non ha luogo assorbimento di ossigeno nell'oscurità. La massa vegetale non trasmuta allora che una piccola quantità dell'ossigeno dell'aria in acido carbonico, come lo fanno le materie organiche morte.

Gli atti della respirazione che le foglie vive effettuano sotto l'influenza della luce, sono della più grande importanza per la vita delle piante. Quando queste si spogliano delle loro foglie, o allorchè esse le perdono, sia per causa del freddo, sia per la voracità degl'insetti, la loro nutrizione ed il loro accrescimento si arrestano, lo sbucciare dei fiori, l'atto della fecondazione, lo sviluppamento delle frutta e delle semenze non han luogo, e le frutta già formate non maturano affatto. Egli è vero che le piante perenni sviluppano allora nuove foglie, perchè sbucciano le gemme, che avrebbero dovuto aprirsi nell'anno seguente; ma questa perdita cagiona troppo spesso la morte dei vegetabili.

Se noi cerchiamo sapere in che la respirazione sia necessaria alla vita delle piante, non possiamo trovarla altrimenti utile, che nel produrre il succo nutritivo propriamente detto, o il cambio con il succo attinto dalle radici. L'umore che giugne alle foglie prive di colore, non coagulabile, senza globetti, è composto di acqua; tiene in dissoluzione dell'acido carbonico, dell'acido acetico, una materia mucosa zuccherina e differenti sali: vi si converte in un liquido verdiccio, in parte coagulabile e ripieno di globetti, che i vasi nutritivi riportano nel tronco della pianta, ove essa serve alla nutrizione propriamente detta, non che alla formazione, allo sviluppamento ed all'accrescimento delle parti. Da questo liquido si deposita nelle piante perenni la materia necessaria alla produzione di nuovi strati legnosi e corticali; lo stesso fornisce quella di cui sono formate le nuove gemme.

Il succo spremuto dalle foglie contiene la fecola verde, che si precipita in forma di sedimento. Si osservano in questa fecola dei grani o globetti verdi i quali non esistono ancora nel succo. Risulta dalle ricerche di Rouelle, Einhof, Proust, Vauquelin, Pelletier e Caventou ch'essa è composta di una materia resinosa verde solubile nell'alcool e nell'etere combustibile, che si chiama clorofilla, di amido, di una materia analoga al glutine, e di albumina vegetale. Quando si fa riscaldare il succo, quest'ultima si coagula in parte sotto forma di fiocchi, e gli acidi la precipitano. Senebier e Gough hanno abbastanza dimostrato che il color verde delle piante dipende dalla respirazione sottoposta all' influenza della luce. Si deve ancora considerare la conversione delle materie contenute nel succo, dell'acido carbonico disciolto nell'acqua, dell'acido acetico, dello zucchero e della gomma, in combinazioni organiche più composte, tali quali esse esistono nella fecola verde come un effetto

della respirazione, di cui non è stata data ancora soddisfacente teorica. Ecco, secondo i fatti finoggi conosciuti in ordine alla respirazione, quale è la maniera meno forzata con cui la si possa spiegare. Le materie esistenti nel succo, l'acido acetico, sopra tutto il principio muccoso zuccherino, sono combinazioni organiche di specie inferiore, che contengono una gran quantità di ossigeno relativamente al carbonio. Al contrario, si trova nella fecola verde, dell'amido, una sostanza analoga al glutine, e dell'albumina, materie nella cui composizione entra meno ossigeno in proporzione del carbonio. Sono questi precisamente i cangiamenti nelle proporzioni rispettive dei due elementi che sembrano essere i risultamenti della respirazione, poichè l'assorbimento dell'acido carbonico dell'aria aumenta la massa del carbonio, sia in una maniera assoluta, sia relativamente all'ossigeno, e che la quantità di quest'ultimo diminuisce forse per esalazione. Da ciò segue che le combinazioni organiche di grado inferiore che esistono nel succo si convertono in altre di grado più elevato, che trovansi nella fecola verde (1). In fine per quanto concerne l'azoto contenuto nella materia glutinosa e nell'albumina di questa fecola, esso probabilmente è assorbito dal terriccio, e di già esistente nel succo stesso, ove in effetto taluni chimici han trovato una sostanza azotata. Alla formazione delle combinazioni organiche di un grado superiore che accompagna la respirazione, sembra riferirsi anche la prima apparizione delle materie organiche di aggregazione o i globetti.

Il succo nutritivo preparato nelle foglie, mercè la respirazione, sotto l'influenza riunita della luce e del calorico, e che contiene delle combinazioni organiche di natura superiore, amido, materie resinose, albuminose e glutine, è il liquido che i vasi particolari portano via dalle foglie e trasportano nelle diverse parti del vegetabile onde ivi servisse alla loro nutrizione. Noi ritorneremo su questo punto allorquando faremo parola della circolazione del succo nutritivo e della nutrizione. Del rimanente la natura del *cambium* sembra variare secondo le specie, come se ne può giudicare per le differenze che si osservano nella composizione dei vegetabili e dei loro prodotti. La sua diversità, malgrado la rassomiglianza delle materie alimentarie attinte dalle radici e l'eguaglianza delle influenze esterne che sostengono la respirazione, fenomeno di cui la chimica non ha ancora potuto dare finoggi una spiegazione alquanto soddisfacente, non potrebbe essere considerata che come un effetto dell'attività plastica, che si manifesta in un modo speciale nelle diverse specie di piante, e mercè la quale ciascuna specie vegetale prepara un succo nutritivo adattato ai suoi bisogni.

Per terminare, diamo ancora uno sguardo alle mutazioni prodotte nell'aria atmosferica dalle radici, dai fiori e dalle frutta. È cosa provata che questi organi non danno luogo agli stessi cangiamenti i quali sono determinati dalle parti verdi dei vegetabili, specialmente dalle foglie. Talune radici svelte dalla terra, poste in un recipiente pieno di aria atmosferica umida fuori del quale si rialzino il fusto e le foglie, e di cui non vi sieno che le cime immerse nell'acqua, assorbono dell'ossigeno, ed esalano un poco di gas acido carbonico nel corso del giorno, secondo le esperienze di Th. de Saussure. Le medesime si comportano dunque al pari delle foglie durante la notte. Quando Saussure introduceva del gas azoto, del gas idrogeno o del gas acido carbonico nel recipiente che conteneva le radici, le piante vi perivano prontamente.

L'azione dei fiori sull'atmosfera differisce egualmente da quella che esercitano le foglie. Th. de Saussure ha dimostrato per via di esperimenti che tutti, non esclusi quelli delle piante acquatiche, assorbono del gas ossigeno, e che essi non si sviluppano nei mezzi privati di questo gas. Esse si appassiscono nel vuoto e nel gas azoto. Allorchè si pone un fiore sotto un recipiente pieno di aria atmosferica e chiuso da un bagno a mercurio, la quantità dell'aria diminuisce di poco, oppure non diminuisce affatto, finchè vi rimane dell'ossigeno: il fiore assorbe quest'ultimo gas, e lo rimpiazza con una quantità pressochè eguale di gas acido carbonico. L'operazio-

(1) *La gomma ordinaria, secondo Berzelius, è composta di* 41,906 *di carbonio,* 6,788 *d'idrogeno, e* 51,306 *di ossigeno. L'amido contiene* 43,481 *di carbonio,* 7,064 *d'idrogeno e* 49,455 *di ossigeno. La fibra legnosa secondo Gay-Lussac e Thenard risulta da* 52,53 *di carbonio,* 5,69 *d'idrogeno,* 41,78 *di ossigeno. Da ultimo si trova nell'albumina* 52,883 *di carbonio,* 7,540 *d'idrogeno,* 3,872 *di ossigeno, e* 16,705 *di azoto.*

ne viene accelerata dall'influenza della luce del sole e del calorico, mentre che all'ombra si effettua con maggiore lentezza. In generale, i fiori di egual peso esalano maggior copia di gas acido carbonico di quello che le foglie verdi ne assorbono nell'oscurità nell'istesso lasso di tempo. Per mezzo degli organi genitali han luogo principalmente l'assorbimento del gas ossigeno e la esalazione del gas acido carbonico. Per lo passato, Saussure pretendeva che i fiori esalavano dell'azoto, perciocchè Grischow credeva anche avere osservato; ma egli si è convinto colle sue ultime esperienze, che essi non tramandano nè gas azoto, nè gas idrogeno.

Quanto ai cambiamenti che le frutta cagionano nell'aria atmosferica, The. de Saussure aveva ravvisato che le frutta verdi ne determinano uguali a quelli che sono prodotti dalle foglie. Esposte all'aria, esse assorbono, secondo lui, del gas acido carbonico, ed esalano del gas ossigeno in minor quantità, e tanto meno notevole per quanto essi più si avvicinano al termine della maturità. Bérard, al contrario, assicura avere osservato, nelle sue esperienze sulla maturazione delle frutta, che le frutta verdi, fragole, pera, mela, albicocche, fichi, ciliege, ribes, uva etc., non procedono come le foglie in nessuna epoca del loro aumento, sotto l'influenza della luce solare, ch'esse non assorbono affatto gas acido carbonico e che non esalano ossigeno. Egli sostiene che la loro sola azione sull'atmosfera, sì alla luce che all'ombra, consiste in assorbire ossigeno ed esalare acido carbonico. Questa contradizione determinò Saussure ad intraprendere nuove esperienze, ed ha fatto osservare che le frutta verdi, ciliege, susine, pere ed uva, sviluppano gas ossigeno ed assorbono gas acido carbonico alla luce solare, sì nell'aria contenente acido carbonico, che nell'acqua carica di questo medesimo acido; e che al contrario nell'oscurità esse assorbono ossigeno, ed esalano gas acido carbonico, e che per conseguenza agiscono sull'aria nella stessa guisa che le foglie, sebbene in più debol grado. Se il loro accrescimento fassi con molta lentezza, esse alterano la purezza dell'aria in tutte le circostanze, meno però alla luce che all'oscurità. Da ultimo, Saussure crede aver trovato, che le frutta nello stato d'immaturità, ed al momento in cui cominciano a divenire acide, assorbono benanche una porzione di ossigeno dall'aria, che potrà in conseguenza molto ben contribuire allo sviluppamento del loro acido.

2. *Respirazione negli animali.*

In tutti gli animali il fluido nutritivo più grosso preparato colle materie alimentari per l'attività degli organi della digestione, abbisogna di essere sottoposto all'influenza dell'aria atmosferica per acquistare le qualità, senza le quali esso non potrebbe servire ai bisogni della nutrizione. Durante l'esercizio di questa influenza alcune parti dell'aria si mescolano col sugo nutritivo che ne rigetta altre nell'atmosfera. Esso addiventa così più prossimo al corpo animale nella sua chimica composizione, ed acquista la suscettibilità a combinarsi colle parti solide nell'atto della nutrizione, ad offrirne la composizione, l'organizzazione e le manifestazioni vitali di attività. La necessità, per la conservazione della vita, di una permuta di materia tra l'aria ed il succo nutritivo più grosso, fa sì che tutti gli animali periscano più o meno celeramente allorchè essi son privati della comunicazione coll'aria, quando sono o immersi, per esempio, nel vuoto o in altri gas, nell'acido carbonico, idrogeno, azoto ec. La morte accade tanto più prontamente, ossia il sostegno della vita mostrasi tanto più dipendente dalla respirazione, per quanto l'organizzazione degli animali è più complicata e per quanto più svariate sono le loro manifestazioni di attività o d'intensità. Ecco perchè esiste una stretta relazione, impossibile a negarsi, tra il bisogno di respirare, che essi provano, ed il grado di distendimento del loro sistema nervoso dei loro organi locomotori, come l'han dimostrato G. R. Treviranus ed A. F. Schweigger. Quanto più le manifestazioni di attività di questi apparecchi consumano sangue in un animale, tanto più questo ha bisogno, per conservarsi, che l'apparato destinato alla preparazione del succo nutritivo più grosso sia composto, e che la reciprocanza di azioni di questo stesso liquido coll'aria sia intima, affinchè esso possa essere convertito in sangue proprio a riparare le perdite continue che han luogo.

L'aria atmosferica, che sola è capace di mantenere in una maniera durevole l'atto della respirazione, agisce immediatamente sugli animali, come in quei che respirano l'aria, ove trovasi mischiata con l'acqua, pel cui intermezzo si effettua la respirazione, come nella maggior parte degli animali che vivono in questo elemento. Quanto ai vermini intestinali che abitano nel corpo di altri animali, la respirazione nei medesimi sembra essere sostenuta da

succhi che sono segregati dal sangue arterioso che l'innaffia.

Negli animali i più infimi che vivono nell'acqua o in umori animali, l'azione dell'aria si effettua alla superficie del corpo senza che vi sieno organi speciali addetti alla respirazione. Tale è il caso in cui si trovano gl'infusorii, i polipi, le meduse, gli entozoi, infine le nereidi, i dracuncoli, e le planarie tra gli anelidi. In quelli il liquido preparato con gli alimenti, e ch'è passato direttamente dal sacco alimentare nella sostanza stessa dell'animale, è assimilato, alla superficie del corpo di quest'ultimo, per l'influenza dell'aria, che gli comunica così la facoltà di convertirsi nella sua propria sostanza e di farsi con essa identica. Negli altri animali, esistono organi particolari ch'effettuano la respirazione. La base n'è fornita sia dalla pelle esteriore prolungata in forma di lamine, di branche o di pennelli, sia per una membrana muccosa che s'insinua nell'interno del corpo ove essa produce delle vescichette incavate, dei sacchi e dei tubi. I mezzi respiratorii, l'aria o l'acqua, entrano a contatto con queste membrane per mezzo delle quali essi esercitano la loro azione sui succhi nutritivi degli animali, che sono per la maggior parte del tempo contenuti in reticelle capillari. Quanto più sono estese le superficie che queste membrane offrono ai mezzi respiratorii, tanto più vivo rapido e considerevole è il cangiamento di materie gassose tra questi e gli umori. Cerchiamo di dare una occhiata generale alla disposizione ed alla struttura degli organi respiratorii negli animali.

Gli organi respiratorii degli animali che respirano aria sono polmoni o trachee. I polmoni degli animali vertebrati, dei mammiferi, degli uccelli e rettili, sono sacchi cavi, vescicolari, situati nel torace o che comunicano, per un canale, la trachea arteria e la laringe, colla dietrobocca, e per mezzo di questa colle cavità del naso e della bocca. Questo canale ha in base una membrana muccosa che partendo dalla trachea arteria si divide in branche, rami e ramoscelli, e termina in fine per ampolle rotondate e chiuse che chiamansi cellule polmonali. Nei mammali e negli uccelli le cellule sono più numerose e più piccole, perchè la vita molto più in essi che nei rettili dipende dall'influenza che l'aria esercita sul sangue. Al contrario nei rettili la membrana muccosa produce sovente al momento in cui la trachea arteria entra nei polmoni, delle spaziose vescichette, che servono nel tempo medesimo di serbatojo aereo quando l'animale s'immerge nell'acqua. Negli uccelli, i polmoni comunicano ancora, per mezzo di aperture, con alcuni sacchi membranosi situati nel torace e nell'addomine, che essi medesimi si prolungano nella maggior parte delle ossa, il cui interno è cavo e sprovvisto di midollo. Da siffatta disposizione risulta, che l'aria non agisce unicamente sul sangue che circola nei polmoni, ma esercita ancora influenza sugli organi medesimi. Lungo il corpo e le branche dell'aspera arteria, la membrana muccosa è guarnita di anelli cartilaginei interi o di segmenti di anelli; ma a misura che la trachea si divide nella sostanza dei polmoni, le cartilagini divengono grado a grado piccole e minute finchè alla fine scompajono interamente. Nulladimeno nella maggior parte dei rettili, non più si osservano cartilagini, appena che la trachea arteria penetra nei polmoni. Queste cartilagini tengono la membrana muccosa dei polmoni tesa ad accessibile all'aria che deve agire su di esse. In esse, nonchè sulla membrana muccosa stessa, là dove essi cessano di esser visibili, si scopre quasi sempre uno strato di fibre muscolari disposte a cerchio (1). Queste fibre sono distese dall'aria durante l'ispirazione. Le ramificazioni della trachea-arteria e le cellule a cul di sacco che le terminano, si riempiono di aria nella ispirazione, e se ne vuotano in parte nella espirazione.

Alle ramificazioni della trachea-arteria, si unisce nei mammali, negli uccelli, nelle chelonie, nei saurii e negli ofidii un'arteria proveniente dal cuore, l'arteria polmonale, la cui distribuzione segue pari passo quella del tubo aereo, e che finisce col produrre sulle cellule polmonari una reticella delicatissima che chiamasi sistema capillare dei polmoni. Nelle ranocchie, nei rospi, nelle salamandre e nei tritoni, le arterie dei polmoni sono branche dell'aorta. Dalla reticella nella quale si divide l'arteria polmonale nascono certe vene che si riuniscono in branche e tronchi e terminano al cuore (2). Alla laringe ed ai pol-

(1) *L'ammirevole disposizione di detta rete fibrosa polmonica con abbozzo di bronchio destro del* coluber natrix *si osserva nella tav. XXII* 6, 11 *della* Notom. compar. *di Delle Chiaje*. Il Trad.

(2) *Mancava alla scienza una Monografia sul sistema circolatorio delle quattro*

moni si portano numerose branche del nervo pneumo-gastrico, che si distribuiscono nei muscoli, nella membrana mucosa, e nelle pareti delle arterie degli organi respiratorii.

Il sangue venoso che giugne al cuore mescolato col chilo e colla linfa, attraversa quest'organo per portarsi nell'arteria polmonale, sia tutto intero come nei mammiferi e negli uccelli, sia in parte soltanto come nei rettili. Giunto alle ultime ramificazioni di quest'arteria convertesi ivi in sangue arterioso mercè l'influenza dell'aria ispirata, e, presa questa novella forma, ritorna per le vene polmonali al cuore, che per mezzo dell'arteria del corpo, chiamata aorta, lo distribuisce a tutte le parti, per servire alla nutrizione.

Molti molluschi dell'ordine dei gasteropodi respirano egualmente l'aria per via di un polmone. A questo numero appartengono le *lumache*, le *testacelle*, le *parmacelle*, le *elici*, le *pupe*, le *clausilie*, e le altre, non che la maggior parte di quelli che vivono nell'acqua, *planorbi*, *onchidie*, *limnee*, *fise*, ec. Il loro polmone consiste in una cavità in forma di sacco, cui conduce un tronco rotondo circondato da uno sfintere, pel quale gli animali ispirano ed espirano alternativamente l'aria. La cavità è tappezzata internamente da una membrana mucosa finissimamente piegata, nella quale si spandono dei vasi sanguigni in forma di reticelle. Il sangue che ritorna dal corpo si accumula in un tronco venoso, la vena cava, che si distribuisce, a modo di una arteria, nel polmone. Dopo aver ricevuta l'influenza dell'aria, questo liquido è ricondotto dalla vena polmonale all'orecchietta del cuore.

Si possono paragonare a questi polmoni le piccole cellule aeree, o vescichette membranose che taluni anelidi, i vermini di terra e le sanguisughe presentano sulle parti laterali del corpo che comunicano al di fuori per una piccola apertura, e nelle pareti delle quali si ramificano dei vasi.

Gl'insetti aspirano l'aria per piccole aperture rotondate o bislunghe, che sono disposte in serie, da ciascun lato, su certi segmenti del loro corpo, che si chiamano *stigmate*. Queste aperture presentano una forma differente a norma del soggiorno dell'animale; e sono spesso destinate mercè delle valvole, di setole, di peli per difendersi dai corpi estranei i quali tenterebbero d'introdurvisi, come l' ha dimostrato K. Sprengel. Taluni muscoli sono addetti ad aprirle o chiuderle. Delle stigmate partono da piccoli tubi ramosi e sottilissimi, che si ramificano in tutti gli organi ed in tutte le parti degli insetti, che si chiamano trachee. Le loro pareti sono formate da tre tuniche soprapposte, di cui la media consiste in fibre spirali di un bianco argentino, risplendente ed assai elastiche. Queste fibre dirigono agli organi stessi l'aria, che vi esercita immediatamente la sua influenza sul succo nutritivo. Negl'insetti che vivono nell'acqua le trachee si trovano all'ano, e sono sovente dilatate in forma di sacco, per servire di serbatojo aereo.

Gli aragnei respirano ugualmente l'aria per via di stigmate che terminano a sacchi in forma di polmoni o di trachee.

La respirazione che si effettua mediante l'acqua, ha luogo per mezzo delle branchie o per via di condotti che ricevono questo liquido nel loro interno. Le branchie del maggior numero dei pesci rappresentano organi in forma di placche, situati alla parte posteriore della testa, che son fissati a talune ossa o cartilagini particolari, simili a delle costole e chiamati archi branchiali. Questi archi si articolano in alto col cranio, in basso con l' osso ioide, e possono esser messi in moto da muscoli. Ciascuna branchia, di cui se ne contano per la maggior parte del tempo quattro o cinque, è composta di numerosissime laminette che le permettono di presentare all'acqua una larga superficie.

Le branchie sono aderenti soltanto pel loro bordo superiore, come nei pesci ossei; o per i due bordi, come nelle razze e negli squali. Nei primi, esse son coperte da pezzi ossei mobili, l'opercolo e la membrana opercolare, al di sotto delle quali una larga apertura dà uscita all'acqua che si è introdotta per la bocca. Negli altri, al contrario, non vi è affatto opercolo, e vi si osservano più aperture chiamate fori branchiali che servono al passaggio dell'acqua.

In certi pesci, come l'*ippocambo* ed il *signanto*, le branchie hanno la forma di

classi di animali vertebrati, di cui fa parte quello delle vie respiratorie; e perciò la nostra R. Accademia delle Scienze ne ha incaricato Delle Chiaje, il cui lavoro è prossimo a completarsi. Il Trad.

un grappolo di uva. In molti pesci succiatori, le *lamprede* e la *missina glutinosa,* esse formano secondo le osservazioni di Gaertner, Blok ed Home, dei sacchi vescicolari nei quali s'introduce l'acqua per mezzo di un canale che parte dalla cavità della bocca, e d'onde essa sorte per molti buchi situati sopra le coste.

Le branchie son composte esteriormente di una membrana mucosa dilicata, che è la continuazione ed il prolungamento di quella della bocca e della faringe. A questa membrana portasi una grossa arteria nascente dall'unico ventricolo del cuore, l'arteria branchiale che dividesi da principio in altrettante branchie quante sono le placche o sacchi branchiali. Ciascuna branca manda numerosi ramuscelli alle laminette branchiali, nella membrana mucosa delle quali producono alcune delicate reticelle. Le vene comunicano colle ultime ramificazioni delle arterie. Esse si riuniscono in rami e branchie, e formano, alla superficie inferiore del cranio, un grosso tronco arterioso, l'arteria del corpo o l'aorta. L'arteria branchiale conduce il sangue mescolato col chilo e colla linfa, dal cuore alle branchie. L'acqua contenente l'aria che s'introduce per la bocca o pei fori branchiali venendo a contatto colle branchie in un gran numero di punti, agisce sul sangue venoso che traversa le reticelle vascolari e lo rende arterioso. Il sangue arterioso passa in seguito nell'aorta che lo conduce a tutti gli organi.

La maggior parte dei pesci posseggono indipendentemente dalle loro branchie un altro organo analogo al polmone, ch'è la vescica natatoria. Quest'organo è situato nella cavità addominale lungo la faccia inferiore della colonna vertebrale, e comunica ordinariamente colla faringe e collo stomaco per mezzo di un canale membranoso. Nelle sue pareti si spandono vasi sanguigni numerosi non che delle branche del nervo pneumo-gastrico e del gran simpatico. L'aria che esso contiene è composta, secondo le ricerche di Priestley, Fourcroy, Brodbell, Biot, Erman, Configliacchi, Provencal, Humbold, Geoffroy, Delaroche, degli stessi elementi dell'aria, cioè di ossigeno, di azoto e di acido carbonico, ma in proporzioni assai variabili. Erman ha trovato nei pesci di acqua dolce meno gas ossigeno di quello che n'esiste nell'aria atmosferica, mentrechè secondo Biot la proporzione di questo sesto gas è più considerevole nei pesci di mare, massime di quelli che vivono a gran profondità. Lacepède pretendeva avervi rinvenuto ancora dell'idrogeno, ma nessun altro fisico ha confermato questa asserzione.

Probabilissimamente la vescica natatoria figura come organo accessorio della respirazione, come hanno opinato Fischer, Nitzsch, G. R. Treviranus e molti altri. I pesci che distinguonsi per movimenti assai energici e prolungati sembrano essere principalmente quelli che respirano per mezzo di quest'organo. Essi sembrano accumularvi dell'aria respirabile nelle circostanze in cui ne prendono più di quello che possono consumare, ed impiegar questa riserva in altre circostanze in cui essi han bisogno di una grande quantità di aria. Ciò che milita in favore di questa ipotesi si è che i pesci volanti come le *triglie* e, secondo le osservazioni di Humbold, l'*exocaectus volitans,* mentre che le specie dello stesso genere che non sono volanti (*scorpaena porcus scrufa, dactyloptera* ec.), ne sono ordinariamente sprovvedute. Trovasi egualmente una vescica natatoria voluminosa nelle specie del genere salmone, nelle *xiphias,* nel *luzio,* nello *barsch,* nell'*aringa,* nel *bichir,* ec. i quali si distinguono per la rapidità della loro natazione, mentrechè non ve ne ha nei pesci abituati a tenersi al fondo delle acque o nel fango, e di cui i movimenti sono lenti, come le *razze,* le *lofie,* le *lamprede,* molte *blennie,* le *tenie,* le *l'echeneis,* le *cotte,* le *euronetes,* ec. Si è ancora in dubbio se questa vescica debba essere considerata simultaneamente come organo accessorio, che serve alla natazione, e potere pel suo distendimento o ristringimento permettere ai pesci di elevarsi o di approfondarsi nell'acqua, come opinava Borelli. Siccome molti pesci che ne sono sprovveduti sono nondimeno buoni nuotatori, che inoltre essa non comunica sempre colla faringe e collo stomaco per mezzo di un canale che permetta all'aria di sortirne, e che infine essa è qualche volta nel *cobitis fossilis* per esempio, rinchiusa in una cassula ossea, ciò che per conseguenza non le permette di dilatarsi o di restringersi, questa opinione non sembra affatto verosimile. Si può ancora dire che i pesci di cui si è crepata la vescica natatoria, conservano la facoltà di elevarsi e discendere nell'acqua, di che Humboldt e Provencal si sono assicurati colle loro esperienze.

Molti pesci respirano anche pel canale

intestinale, per mezzo dell'aria che essi trangugiano, cosa dimostrata dalle belle esperienze di Erman sul *cobitis fossilis*. L'aria esce per l'ano in forma di gas acido carbonico. L'anguilla elettrica viene pure alla superficie dell'acqua, secondo le osservazioni di Humboldt, per assorbirvi dell'aria. Silvestre ha fatto vedere egualmente, che i pesci rinchiusi in vasi assorbono dell'aria alla superficie del liquido quando quella ch'era mischiata coll'acqua è stata consumata dalla respirazione. Dall'esperienze di Edwards risulta, che il bisogno di respirare cresce quando la temperatura fassi più elevata, lo che fa sì, che durante la estate molti pesci sorbono anche aria per la bocca.

Come la maggior parte dei pesci, indipendentemente dalle branchie, hanno ancora degli organi respiratorii accessorii, anche in alcuni rettili si trovano talvolta dei polmoni e delle branchie. Ciò ha luogo, secondo le ricerche di Schreiber, Cuvier, Configliacchi e Rusconi, in questi notevoli animali la *protea* e la *sirena*, che sono intermedj tra i pesci ed i rettili rispetto alla struttura ed alle manifestazioni della vita. Essi hanno vere branchie pennellate, che sono attaccate a degli archi branchiali, come quelle dei pesci, ed a cui si portano dei rami dell'aorta. L'acqua che irrora questi organi sostiene la loro respirazione nelle circostanze ordinarie di loro esistenza. Ma quando ad essi si accresce il bisogno della respirazione fanno entrare dell'aria nei loro polmoni. Le cazzole di *ranocchie*, di *salamandre*, e di *tritoni* sono egualmente provvedute di branchie, alle quali si portano anche dei rami dell'aorta, giusta le osservazioni di Rusconi.

Fra gli animali che respirano per mezzo delle branchie si annoverano ancora i crostacei, non che la maggior parte dei molluschi e degli anelidi. Nei primi le branchie che hanno la forma sia di pennelli, sia di laminette, si trovano talvolta all'esterno del corpo, come nelle *squille* e nei *branchiopodi*, negli *apus*, e nei *limulus* ec. nei quali esse son fissate alla faccia inferiore della coda, talvolta sotto lo scudo dorsale, come nei *decapodi*, nei gamberi propriamente detti, e nei granchi di mare. Il sangue venoso vi si porta per mezzo di vasi che nascono dai tronchi venosi del corpo, e poscia è versato nel cuore. Dopo le osservazioni di Audovin e di Milne-Edwards, queste branchie possono sostenere la respirazione non solo nell'acqua ma ancora nell'aria anche per lungo tempo in cui esse non sono disseccate per l'evaporazione.

Fra i molluschi, i cefalopodi, gli pteropodi, gli acefali, i brachiopodi ed un gran numero di gasteropodi respirano per le branchie. Queste offrono molta varietà nella loro disposizione. I cefalopodi hanno due branchie ramose, situate nell'interno del sacco muscoloso del loro corpo. Nei pteropodi, i generi *clio*, *pnemoderme*, *hyale* ec. presentano branchie alla superficie del corpo, formanti o membrane analoghe ai nataloj (1) o piccole laminette. Gli *acefali*, come le ostriche, i datteri di mare, gli *anadonti*, i *cardi*, le *chame*, le *donaci*, le *telline*, le *venus*, le *myes*, le *anatine*, e le *solenacee*, hanno grandissime branchie lamellose, situate nell'interno del guscio e del pallio e sparse di una moltitudine di vasi sanguigni. Nei *branchiopodi*, come i generi *lingule*, *terebratole*, *orbicole* ec., le branchie consistono in laminette fisse all'uno dei lati del bordo del pallio. Nei *gasteropodi*, che respirano per le branchie, queste sono ora in forma di pennello, di ventaglio o di pettine alla superficie del corpo, come nei generi *dosis*, *tritonia*, *thetis*, *scyllaea*, *glaucus* ec., ora in forma di laminette e nascoste sotto i bordi del pallio, come nei generi *phyllidia*, *pleurobranche*, *aplisie*, *patella*, e *chiton*; talvolta in forma di numerose laminette attaccate ad una specie di sacco membranoso situato sotto l'ultimo giro della conchiglia, come nei generi *turbo*, *paludina*, *trocus*, *jantina*, *nerita*, *conus*, *cypraea*, *voluta* ec., fra i gasteropodi a conchiglie. Da ultimo in molti, il bordo del pallio prolungasi in un tubo respiratorio, dal

(1) *Delle Chiaje ha fatto conoscere che certi Cefalopedi* (polpo, argonauta seppietta) *hanno delle branchie occulte collocate presso le anzidette che chiama manifeste*; 2. *che le vescichette moltifide da Cuvier reputate glandulose fanno l'officio di appendici branchiali*; 3. *che nel suo genere* tremoltopo *siffatte branchie han quasi l'aspetto quadruplice, come realmente avverasi nel* nautilo pompilio; 4. *che in tutti gli pteropedi che ha osservato viventi nulla ha potuto rinvenire che somigliasse alle branchie vere, oppure ad un reticolato branchiale, non esclusa la* tiedemanna cristallina. Il Trad.

quale l'acqua penetra nella cavità branchiale e n'esce, disposizione che vedesi nei generi *murex* e *strombus* (1).

Nei molluschi il sangue venoso, che ritorna dalle diverse parti del corpo, è condotto alle branchie per la vena cava, che si divide alla maniera delle arterie. All' uscir da questi organi, esso passa per le vene branchiali nel cuore, che lo distribuisce a tutti gli organi del corpo. Nulladimeno, nei cefalopodi, esistono due ventricoli muscolosi al punto di unione delle due vene cave con le arterie branchiali.

Fra gli anelidi, quelli che vivono nell' acqua respirano per mezzo di branchie nelle quali numerosi vasi sanguigni si spandono a guisa di reticelle. Queste branchie son situate alla estremità anteriore o testa, nei vermi tubicoli. Esse han la forma di pennello o di ventaglio, come nelle *serpole* e nelle *sabelle*: di pettine, come nelle *anfitriti*; o finalmente di piccioli alberi impiantati sul collo, come nelle *terebelle*. Negli anelidi, che si muovono liberamente nell'acqua, esse sono sparse sul corpo longitudinalmente, ed in forma talora di pennello, come negli *anfinomei* e nelle *arenicole*, talora di pettine, come nelle *eunici*, ovvero esse son situate sotto a certe scaglie, come nelle afroditi (2).

Fra gli echinodermi, le oloturie respirano per mezzo di un organo cavo, che comunica con la cloaca; si divide nell' interno del corpo e lungo il canale intestinale in branchie, rami e ramoscelli, e termina per mezzo di vescichette rotondate a cul di sacco. Sopra quest'organo si appalesano le ramificazioni del sistema vascolare sanguigno. L'acqua è alternativamente assorbita e rigettata per la cloaca. Le asterie, i ricci di mare e le attinie introducono l'acqua per mezzo di piccoli tubi nel loro corpo. dove essa inaffia immediatamente i visceri. Egli è possibile, che in molte meduse (*physophora, rhyzophisa, physalia, medusa*), le vescichette che si osservano nel lato dello stomaco facciano le veci di organi respiratorii (3).

La funzione degli organi respiratorii nella maggior parte degli animali si effettua mercè alcuni movimenti rinnovati da mezzi circostanti, l'aria o l'acqua, in questi organi ovvero attorno ad essi. Tutti gli animali che han polmoni, i mammali, gli uccelli ed i rettili, da che escono dall'uovo e che vengono a contatto dell'aria eseguiscono dei movimenti in forza dei quali questa ultima entra nei loro polmoni, e n'esce a dati intervalli. Nei mammali tali movimenti sono il risultamento delle contrazioni del diaframma e di altri muscoli, che si attaccano sì alla laringe, che alle costole, le quali sono mobili sulla colonna vertebrale. Essi son destinati ad allargare e restringere alternativamente le vie della respirazione, e di rinnovar l'aria nei polmoni. Lo stesso accade negli uccelli mediante i muscoli della laringe e della cavità del petto. Al contrario i rettili fanno entrar l'aria nella laringe mercè una specie di deglutizione effettuata dai muscoli della lingua e dall' osso ioide. I pesci sorbono l'acqua per la bocca e la spingono nelle lamine delle loro branchie, donde essa esce al di sot-

(1) *È cosa interessante avvertirsi che Delle Chiaje ha dimostrato in detti molluschi oltre le branchie primarie, l'appendice branchiale adiacente ad essi ed una seconda cavità respiratoria comunicante colla prima, provveduta di rete branchiale o di laminette.* Il Trad.

(2) *In queste la rete vascolare ricama le squame, oltre di che nel* figalaio squamoso *delle Chiaje ha rinvenuto molte pennette branchiali spettanti a ciascuna sua scaglia.* Il Trad.

(3) *Delle Chiaje ha provato che le* oloturie *presentano l'organo respiratorio primario nelle lacinie dei tentacoli circondanti la bocca ed un altro secondario nelle papille del loro corpo. E siccome dentro i primi traghettano le vene branchiali comunicanti coll'anello vascoloso, cui ha relazione l'ampolla poliana, così entro le seconde passa altro canale sanguigno al quale appartengono gli otricelli folineani. Il nostro testè citato compatriotta con fatti ha benanche riconosciuto che i suaccennati tubi delle* asterie *e degli* echini *appartengono all'apparato respiratorio branchiale, e quindi che sono internamente percorsi da vasi sanguigni. Uniformarsi poi col ch. a. intorno ai tentacoli sburati delle* attinie, *ed ha con Memoria letta fin dal 1834 nella R. Accademia delle Scienze assodato, che la cavità di cui ragionasi negli acefali sia assolutamente addetta alla funzione respiratoria.* Il Trad.

to dell'opercolo, o pei fori branchiali. L'impulso che mette in azione i muscoli degli organi della respirazione è prodotto automaticamente, in tutti gli animali, nel sistema nervoso, ovvero, per parlare con maggior precisione, nel midollo spinale, da cui nascono i nervi che diffondono le loro ramificazioni in questi muscoli. Nelle circostanze ordinarie, come per esempio durante il sonno, i movimenti della respirazione sono involontarj. Però essi possono essere attivati ed accelerati dalla volontà dell'animale tutte le volte che il bisogno di respirare diviene più urgente, come allorchè la temperatura dell'aria o dell'acqua si accresce, nelle mosse violente del corpo, nei vivi incitamenti del sistema nervoso.

Negl'insetti si eseguiscono certi movimenti negli stimmati e nelle trachee, come lo dimostrano le osservazioni fatte da Comparetti, Vauquelin, Hausmann, Sorg e G. R. Treviranus. Nei molluschi che respirano per mezzo dei polmoni l'aria rinnovasi in questi organi per la contrazione e rilasciamento alternativo dei muscoli situati intorno al sacco polmonale. I cefalopodi assorbono e rigettano alternativamente acqua per un tubo. Gli acefali a conchiglia rinnovano questo liquido attorno alle loro branchie aprendo e chiudendo le loro valve. Infine si veggono anche le oloturie attirare l'acqua per la loro cloaca e rigettarla alternativamente.

Questa origine di movimenti la cui eccitazione nel sistema nervoso ha luogo in una maniera automatica o volontaria, stabilisce una differenza tra la respirazione degli animali e quella dei vegetabili che si effettua senza muscoli e senza influenza nervosa.

Oltre a ciò osservasi in tutti gli animali una tendenza a mantenersi mercè la loro propria attività nei mezzi in cui la respirazione può continuare ad effettuarsi. Se essi si pongono in un mezzo disadatto a sostener loro questa funzione, sono nella necessità di fare dei movimenti accelerati per allontanarsene. La respirazione dunque, come il prendimento degli alimenti, è sottoposta all'impero di una tendenza, che ha per scopo la conservazione del corpo e che dipende dal sistema nervoso. Nelle piante non vi sono affatto simili manifestazioni di attività.

In ordine ai cangiamenti che si effettuano nei mezzi che vengono a contatto cogli organi respiratorii, egli è provato per via di numerose chimiche esperienze, che taluni principii costituenti tali mezzi si combinano cogli umori degli animali, i quali ne cedono loro altri in cambio. Di già Mayow avea riconosciuto, che la respirazione degli animali imprime all'aria dei cangiamenti simili a quelli che son prodotti dalla fiamma d'un corpo in combustione. Priestley, Scheele e Lavoisier hanno poscia provato, che l'aria atmosferica è composta di due fluidi elastici, uno dei quali, l'ossigeno, può mantenere la vita degli animali e la fiamma, mentre che la fiamma e la vita si spegnono nell'altro, ch'è l'azoto. I medesimi hanno dimostrato benanche che nella respirazione, come nella combustione, si consuma ossigene e si produce acido carbonico. Infine le ricerche più recenti dei chimici hanno provato che l'aria atmosferica risulta dalla combinazione di 21 centesimi di gas ossigeno e di 76 di gas azoto, che in realtà essa contiene oltracciò quasi sempre piccola quantità di gas acido carbonico. L'aria che i movimenti della respirazione fan penetrare nei polmoni e nelle trachee, vi prova i medesimi cambiamenti in tutti gli animali, cioè la proporzione del suo ossigeno diminuisce, mentre che son rigettati acido carbonico e vapori acquosi. Ciò è stato dimostrato per i mammiferi e per gli uccelli dalle prime esperienze di Lavoisier non che da quelle di Seguin, e dalle ricerche chimiche, di Menzies, Spallanzani, H. Davy e Berthollet Spallanzani, Sylvestre, Carradori, Humboldt hanno ottenuto i medesimi risultamenti colle loro esperienze sulla respirazione dei rettili. Infine l'aria va sottoposta a simili cangiamenti nei polmoni delle lumache e lumaconi, giusta le esperienze fatte da Spallanzani, Vauquelin, Hausmann e Sorg, nonchè nelle trachee degli insetti secondo le osservazioni di Scheele e dei fisici testè citati.

La respirazione degli animali che vivono nell'acqua e che son muniti di branchie ha luogo per mezzo dell'aria mischiata all'acqua. L'acqua esposta all'aria contiene gli elementi di quest'ultima, l'ossigeno e l'azoto, come pure un poco di gas acido carbonico che essa ne assorbe. Frattanto l'aria combinata colla medesima è più colma di ossigeno che l'atmosferica, secondo le ricerche di Humboldt e di Gay-Lussac, giacchè essa ne contiene 32 centesimi, mentre che nell'altra se ne trovano 21.

La respirazione degli animali acquatici fa provare all'aria mischiata coll'acqua gli stessi cangiamenti cui va soggetta quella che s'introduce nei polmoni e nelle tra-

chee: il gas ossigeno viene assorbito, e l'acido carbonico esalato. Priestley, Spallanzani, H. Davy, Sylvestre, Carradori, Humboldt e Provencal l'han dimostrato per i pesci: Spallanzani, Hausmann e Sorg pei crostacei, molluschi bivalvi ed anelidi. Egli è falso che l'acqua si scompone nella respirazione di questi animali come credeva Darwin.

L'altra parte costituente dell'aria, l'azoto, prova dei cangiamenti nella respirazione? è dessa assorbita, come Priestley dalle sue esperienze conchiudeva, e come è stato notato da H. Davy, Spallanzani, Henderson, Humboldt, Provencal: oppure è dessa rigettata, come credevano di aver osservato Berthollet, Nysten, Despretz e Dulong? o infine, come pensa Edwards, è la medesima talvolta assorbita e talvolta rigettata a seconda delle circostanze? Tali questioni sono ancora irresolute, ed io vi ritornerò allorquando tratterò della respirazione dell'uomo.

Nella maggior parte degli animali, se non in tutti, la pelle fa ad un tempo le funzioni di organo respiratorio. L'aria che viene a contatto con i comuni tegumenti, sia sola, sia mischiata con acqua, soffre le medesime alterazioni di quella che penetra negli organi della respirazione: il suo ossigeno sparisce e dall'acido carbonico è mandato fuori. Ciò osservasi principalmente nei rettili batraci a pelle nuda, nelle ranocchie, nei rospi, nelle salamandre e nei tritoni. Ad una bassa temperatura, a 10 gradi del termometro centigrado, questi animali restano settimane intere e mesi nell'acqua, senza respirare pei polmoni: essi vi respirano per la loro pelle nuda e copiosamente provveduta di vasi, specialmente nell'autunno e nell'inverno. Essi respirano anche per i polmoni solamente allorchè la temperatura si eleva a 10 gradi al di sopra dello zero. La respirazione cutanea è ancora in questi animali più importante della polmonale per la conservazione della vita, poichè essi vivono più lungo tempo allorchè questa è interrotta, purchè l'aria sia respirabile, che quando l'altra si arresta, sebbene in quest'ultimo caso i polmoni continuino a funzionare.

Le esperienze di Spallanzani ne danno la pruova. Alcune ranocchie alle quali si erano tagliati i polmoni vissero più lungo tempo di quelle cui erasi strofinata la pelle con olio, o che eransi immerse in un atmosfera di gas irrespirabile. Edwards ha ottenuto i medesimi risultamenti con analoghe esperienze. Talune ranocchie e salamandre la cui trachea-arteria era stata legata o la testa inviluppata in una vescica, ovvero tolti i polmoni, vissero anche lungo tempo, specialmente ad una bassa temperatura. Nelle piccole rane la sola respirazione polmonale non è sufficiente a mantenere la vita.

La respirazione per la pelle ha luogo parimente nei saurii, negli ofidi e nelle chelonie, secondo le esperienze di Spallanzani e di Edwards, e concorre ancora insieme colla polmonale alla conservazione della loro vita. Negli ofidi e nelle chelonie, la respirazione pei polmoni è bastevole durante la state, quando la temperatura non è troppo elevata; ma i saurii han bisogno di respirare ancora per la pelle, ed essi periscono nell'estate fra lo spazio di qualche ora, allorchè loro rimane la sola respirazione polmonale.

I pesci respirano egualmente per la pelle, secondo le esperienze di Humboldt e Provencal. L'aria mescolata coll'acqua contenuta in certi vasi ove questi sperimentatori avevano tuffata la parte posteriore del corpo di molte tinche, va sottoposta ai medesimi cangiamenti, come se i pesci l'avessero respirata per le loro branchie. Nulladimeno l'aria non è alterata di una maniera così pronta per la pelle come per la respirazione per mezzo delle branchie.

Negli uccelli e nei mammali stessi, l'aria messa a contatto colla pelle soffre dei cangiamenti simili a quelli che essa prova nei polmoni, soltanto meno sensibili. Spallanzani rinchiuse taluni animali appartenenti a queste classi in vasi al di fuori dei quali sporgevano le loro teste: ma a capo di qualche tempo egli riconobbe che erasi consumato del gas ossigeno e generato del gas acido carbonico.

Dai ragguagli nei quali io sono entrato intorno alla respirazione degli animali e dei vegetabili, ne viene per principal risultamento, che tali corpi producono dei cangiamenti opposti nell'aria atmosferica. L'acido carbonico che deriva dalla respirazione degli animali, è scomposto sotto l'influenza della luce dalle piante che si appropriano del carbonio ed esalano l'ossigeno. Questo, al contrario, è assorbito dagli animali che rigettano l'acido carbonico. Così la respirazione dei vegetabili è accompagnata da perdita di acidificazione, e quella degli animali di carbonizzazione.

La consumazione di ossigeno che gli animali fanno in un dato tempo, è tanto più abbondante e rapida, e la produzione di acido carbonico di essi è tanto più considerevole, per quanto la loro organizzazione è più complicata, le loro manifesta-

sioni di attività più svariate ed intense, ed il rinnuovamento di materia che sostiene l'esercizio della vita più rapido. I mammali e gli uccelli consumano più ossigeno e producono più acido carbonico dei rettili e dei pesci.

Tra gli animali senza vertebre, gl'insetti che respirano aria e che son dotati di gran vivacità di movimenti, si distinguono dai crostacei, dai molluschi e dai vermini che respirano acqua, e che hanno i movimenti meno vivi, per una consumazione più rapida di ossigeno e più abbondante produzione di acido carbonico (1). Il grado di sensibilità e d'irritabilità degli animali, il vigore e la persistenza nei movimenti, l'energia dell'atto digestivo, la velocità della circolazione del sangue, la vivacità della nutrizione e della secrezione, sono generalmente in ragion diretta della quantità di ossigeno che gli animali consumano per la respirazione, e di quella di acido carbonico che essi esalano.

Riguardo ai cangiamenti che la respirazione produce nella massa degli umori degli animali, essi non son conosciuti che in un piccolo numero di questi ultimi, e solamente in quelli a sangue rosso, i mammali, gli uccelli, i rettili ed i pesci.

Lower, Needham, Thruston e Mayow han veduto in parte nei mammiferi e negli uccelli il sangue nero portato dal cuore ai polmoni per mezzo dell'arteria polmonale, ritornar rosso e vermiglio a quest'organo per le vene polmonali. Goodwyn ha osservato lo stesso fenomeno sul sangue dei rettili nel suo tragitto attraverso i polmoni. Questo cangiamento di colore è stato sufficientemente dimostrato anche dalle esperienze di Duverney, G. Hunter, Hewson, Bichat, ec Egli è stato egualmente dimostrato, che il chilo il quale si mescola al sangue venoso ritorna dai polmoni convertito in vero sangue. Si è dunque ammesso dopo ciò, che i polmoni sono gli organi dell'ematosi (2).

Cigna, Priestley, Goodwyn ec. han fatto vedere che questo cambiamento nel colorito del sangue è prodotto dall'aria ispirata, e specialmente dall'ossigeno che esso contiene. Questi fisici videro il sangue nero messo in vasi pieni di aria atmosferica o di ossigeno, colorarsi in rosso-vermiglio, ed han riconosciuto, che vi si combinava dell'ossigeno. Essi hanno egualmente dimostrato, che il sangue venoso non riceve punto questo cambiamento di colorito nei gas irrespirabili, come l'acido carbonico, l'idrogeno e l'azoto, e che, ben lungi da ciò, il sangue vermiglio addiviene nero

(1) *Il reciproco conflitto fra gli animali e l'aria assorbita immediatamente o mediante l'acqua, secondo Delle Chiaje, dà luogo alla funzione respiratoria che effettuasi per la cutanea loro superficie; ma secondo l'infimo od alto posto di essi ravvisansene i respiratorii apparati secondarj, che reputa sue mere appendici prolungate per le recondite vie del loro corpo in forma di cellette (polmoni) o vasi pneumatici (trachee), non che di pettini (branchie) od infine di antri aerei ed acquiferi (sistema-idropneumatico) scoperto dallo stesso nostro concittadino e confermato poscia da Baer, Frariep, Blainville, Hollard, Meckel, Carus, Vanbeneden, i quali ne fanno ampia e lusinghiera menzione nelle classiche loro opere. Ed ha quegli rinvenuto tal nuovo sistema non solo negli animali invertebrati, vale a dire Radiozoi* (Amorfi, Acalefi, Polipi, Elminti, Echinodermi), *Articolozoi* (Anelidi, Crostacei), *Malacozoi* (Cirropedi, Brachiopedi, Acefali, Gasteropedi, Pteropedi, Cefalopedi); *ma ancora nei vertebrati* (Pesci, Rettili, Uccelli), *appo i quali vi ha la natura surrogato le cellette aeree assai ben descritte dal Borelli e dal gran Galileo. Uscirei fuori del mio scopo se descrivere volessi anche in succinto questa ampia famiglia di canali acquiferi ed indicare il modo come adempie l'interessante incarico di una succedanea respirazione in molti animali privi di vertebre e come pure in quei che ne son provveduti. Di fatti Delle Chiaje oltre le branchie e la vescichetta natatoria, quando questa manca ha rinvenuto nei pesci delle grandi lacune acquifere che principiano dalla cavità branchiale e scorrono pei lati del corpo. Anzi in certi pesci cartilaginosi il cavo peritoneale, come scrisse Cuvier, tiene due aperture all'uopo destinate. Sufficiente provvista più di aria che di acqua ha rinvenuto nelle varie celle esistenti sotto i comuni integumenti dei batraci, degli ofidi, e dei cheloni, nei quali si ricordano i condotti aerei che guidano dentro il loro cavo peritoneale descritti da J. Geoffroy St Hilaire.* Il Trad.

(2) *Delle Chiaje ha fatto conoscere che nei pesci e nei rettili il processo dell'ematosi effettuasi in grado massimo nell'organo branchio-polmonale, medio nel fegato, minimo sì nei reni che nelle glandule renali.* Il Trad.

quando s'immerge in questi gas. Da numerosi esperimenti hanno rilevato oltracciò, che il colore vermiglio del sangue che circola nei polmoni degli animali, è in ragion diretta della quantità di ossigeno, ch'essi consumano colla loro respirazione. I mammali e gli uccelli che ne consumano al massimo in un dato tempo, sono ancora quelli i quali hanno il sangue più vermiglio, mentre che i rettili ed i pesci, che non assorbono tanto ossigeno, hanno un sangue meno rosso. Se fassi respirare del gas acido carbonico,dell'idrogeno o dell' ossigeno, ad animali, il loro sangue addiviene nero. Dunque dall'assorbimento dell'ossigeno atmosferico, e dalla sua azione sul sangue dipende il colorito vermiglio che esso ha in detti animali.

Il sangue venoso, che scorre nei vasi del polmone, perde dell'acido carbonico e dell'acqua, che si esalano sotto forma di vapore costituente la materia dell'esalazione polmonare e ritorna al cuore più coagulabile, più carico di fibrina. Nel tempo stesso, esso contiene più globetti o elementi della forma organica. La coagulabilità, la quantità dei globetti esistenti nel sangue arterioso degli animali, sono in relazione con la quantità di ossigeno di cui essi si appropriano durante la respirazione, e con quella di gas acido carbonico e di acqua che rigettano. Il sangue dei mammali e degli uccelli è più colmo di principii coagulabili, di quello dei rettili e dei pesci.

I fisiologi ed i chimici sono ancora di diversa opinione intorno alla questione, se il gas acido carbonico che si sviluppa nella respirazione sia prodotto da una specie di combustione del carbonio del sangue venoso e del chilo sotto l'influenza dell'ossigeno inspirato, ovvero debbasi piuttosto ammettere che esista già tutto formato in questi due liquidi, da cui esso non faccia allora che separarsi. Noi ritorneremo su questo problema, quando si tratterà della respirazione nell'uomo.

Tali sono, riguardo alle circostanze essenziali, i cangiamenti che la respirazione produce nel sangue degli animali vertebrati, per quanto noi abbiamo finora rilevato per via di esperienze. Non si sono ancora fatte ricerche sopra quelli, che questa funzione produce negli umori degli animali senza vertebre.

Un'ultima quistione infine si presenta a risolversi. Il chilo, cioè il liquido tratto dagli alimenti nell'apparecchio digestivo per mezzo di succhi scioglienti ed azotati, mischiati con questi ultimi, cangiasi in sangue arterioso per effetto della respirazione? Sembrami, che la soluzione più naturale di questo problema sia quella di Hallé, Thomson e Cuvier, i quali opinano, che la proporzione dell'azoto agli altri principii aumenta nel sangue per la sottrazione di acqua e di acido carbonico al chilo ed al sangue venoso, e che ciò sia precisamente quello che conduce le sostanze alimentari alle condizioni della composizione chimica animale. A convalidare questa teorica, si può addurre, che l'espulsione di acido carbonico è abbondante specialmente durante la digestione e lo spandimento del chilo nel sangue, e che due materie organiche, nella composizione delle quali entra molto azoto, l'albumina e la fibrina, fanno essenzialmente parte del sangue. La respirazione avrebbe dunque in ultima analisi questo importante risultamento per la conservazione della vita, d'assimilare completamente il chilo, e di convertirlo in sangue arterioso, effetti dipendenti da un assorbimento di ossigene, e da una esalazione di carbonio, o d'idrogene fuori della composizione, assai variabile in essa stessa, dei composti organici, che costituiscono gli alimenti. Forse anche in talune circostanze gli animali attingono nell'aria che respirano, dell'azoto, che si combina con i materiali del chilo, come molti chimici credono averlo rilevato nelle loro esperienze sulla respirazione. Pel cangiamento effettuato nelle proporzioni rispettive degli elementi e per l' aumento dell'azoto relativamente agli altri, le combinazioni organiche di specie semplice, specialmente le ternarie, sembrano convertirsi in altre più composte, animali o quaternarie. Egli pare oltracciò, che l'acido carbonico prodotto dal cambiamento di composizione sopravvenuto nelle parti solide dopo le loro manifestazioni di attività, sia sviluppato dalle vene e separato dal sangue venoso negli organi respiratorii.

Il sangue arterioso, preparato dalla respirazione cogli alimenti disciolti, giugne nelle arterie del corpo, le cui numerose ramificazioni lo distribuiscono alle diverse parti del medesimo, alla nutrizione delle quali esso serve. Queste parti si conservano attirando gli uni o gli altri dei suoi materiali nella sfera della loro forma, della loro composizione e delle loro qualità vitali particolari, ciò che li pone in grado di effettuare le loro manifestazioni di forza. Gli atti della nutrizione, della formazione, della secrezione, e della generazione, come pure le manifestazioni della forza muscolare e della nervosa, sono per conseguenza sotto la dipendenza della respi-

razione e della preparazione del sangue arterioso. Tutti questi fenomeni vitali si estinguono subito che quelli della respirazione si sono totalmente arrestati.

In tal guisa osservansi in tutti i corpi viventi i fenomeni della respirazione, consistenti in una permuta di materie tra i mezzi in cui essi vivono, ed i loro umori non ancora completamente assimilati. Lo scopo di questa funzione è di preparare il liquido nutritivo o formatore, in cui tutte le parti trovano i materiali necessarj onde mantenersi per un certo tempo nel possesso delle loro qualità vitali. Egli non abbisogna di ammettere una forza particolare per spiegarla, poichè il succo nutritivo più grosso, preparato cogli alimenti per l'addizione di liquidi assimilatori, per sua natura dà prova in talune circostanze, dei cangiamenti nella sua composizione e nel modo di combinarsi degli alimenti di cui le materie organiche son composte. Queste circostanze cooperanti sono, nella respirazione delle piante, estranee, cioè il calorico e la luce, sotto la cui influenza il succo nutritivo e l'acido carbonico attinto di fuori, van soggetti a tale cambiamento, che per l'esalazione dell'acqua e del principio comburente, l'ossigeno, e per l'assorbimento del carbonio, si formano delle combinazioni combustibili ternarie, che sono atte ad entrare nella composizione delle parti solide dei vegetabili. Al contrario dagli animali è assorbito dell'ossigeno, che combinasi col chilo, e ne esala dell'acqua e dell'acido carbonico, ciò che priva di carbonico la massa degli umori e vi si accumula l'azoto: d'onde risultano le combinazioni quaternarie o organiche animali, l'albumina e la fibrina che sono suscettibili di essere appropriate alla nutrizione delle parti solide.

Negli animali, gli atti della respirazione che sono necessarj per la conservazione della vita dipendono nel tempo stesso da due forze appartenenti a questi esseri, la forza muscolare e la nervosa; e ciò perchè nella maggior parte degli animali, il rinnovamento dei mezzi respiratorj negli organi della respirazione, è effettuato dai movimenti dei muscoli, al cui eccitamento presiede un impulso, che si genera nel sistema nervoso. Oltracciò i numerosi nervi che penetrano negli organi respiratorj, e che circondano le arterie, esercitano anche sul sangue venoso una influenza, il cui risultamento è di favorire i cangiamenti nella sua composizione che deve ricevere dalla respirazione.

Forse questa influenza somiglia all'azione della luce nella respirazione delle piante. Noi ritorneremo in appresso sopra questo argomento trattando della respirazione nell'uomo.

CAPITOLO VI.

Del movimento del succo nutritivo.

Il succo nutritivo formatore preparato cogli alimenti è condotto in tutte le parti delle piante e degli animali, per servire alla loro nutrizione. Noi esaminiamo i movimenti che esso effettua. Sembrami a proposito di considerarli negli animali, in cui sono più noti, prima d'indicare che cosa essi sieno nei vegetabili, ove son meno conosciuti.

1. *Movimento del succo nutritivo degli animali.*

La maggior parte degli animali, i mammiferi, gli uccelli, i rettili, i pesci, i molluschi, i crostacei, gli aragnei, gli anelidi, e fra i raggianti le oloturie, i ricci di mare e le asterie, racchiudono alcuni spazii particolari, nei quali il sangue si muove in circolazione. Al contrario gli animali inferiori sono privi di vasi per la circolazione del sangue. Nelle meduse, nelle lucernarie ec. non esistono che delle appendici ramose nelle cavità digestive che si distribuiscono nel corpo, e che dopo aver ricevuto il sangue, lo conducono alle parti. Vi sono egualmente in alcuni entozoi secondo le ricerche di Rudolphi, dei canali sottili, che partono dal tubo intestinale. Bojano ha osservato nell'ascaride lombricoide due vasi diretti longitudinalmente sui lati del corpo che sembravano unirsi insieme all'estremità cefalica. Forse dessi sono i primi rudimenti del sistema vascolare per la circolazione del succo (1). Nondimeno il più gran numero di vermi intestinali come ancora le atti-

(1) *Veggansi le tavole all'uopo pubblicate da Delle Chiaje nelle* Mem. su la stor. e notom. degli anim. invertebr., *per acquistare chiara ed ampia conoscenza delle svariate forme del sistema circolatorio dei suaccennati esseri; dai quali meritamente ha egli smembrato* l'ascaride lombricoide *che presenta la circolazione a sangue rosso come gli anelidi.* Il Trad.

nie ed i polipi, mancano totalmente di appendici ramose ed in forma vascolare, le quali trasportino succo nutritivo dalle cavità digestive: questo succo sembra dunque essere immediatamente assorbito dalle pareti del sacco alimentare e sparso nella sostanza omogenea del loro corpo.

Dicesi sistema vascolare sanguigno, lo spazio in cui il sangue si muove circolarmente. Questo sistema è composto di canali ramificati nell'interno del corpo e sempre ripieni di sangue. I suoi tronchi comunicano liberamente insieme di modo che il sangue può spandersi dall'uno all' altro, ovvero la loro comunicazione ha luogo per l'intermezzo di un muscolo cavo, il cuore la cui cavità alternativamente riceve del sangue dall'uno e scarica questo liquido nell'altro. In una classe di vasi, le arterie, il sangue si muove dai tronchi verso la periferia e gli organi, attraversando le branche, rami e ramoscelli: in un'altra, le vene, esso ritorna dalla periferia e dagli organi al tronco, passando pei ramoscelli, rami e branche. Queste due classi di vasi comunicano insieme colle loro ultime ramificazioni, i capillari, dimodochè il sangue può spandersi dalle arterie nelle vene.

Nella maggior parte degli animali, i mammiferi, gli uccelli, i rettili, i pesci, i molluschi, i crostacei, la comunicazione tra i tronchi venosi e gli arteriosi si effettua in totalità o in parte per via di un cuore, ed anche in alcuni animali per due o tre cuori. Le pareti di un cuore son composte di fascetti carnosi densi, che si distendono in tempo assai diverso, sono intralciati insieme e nel modo più intimo, e formano generalmente molti strati sopprapposti. All'esterno quest'organo è circondato da una membrana sierosa chiusa da tutte le parti a guisa di sacco che chiamasi pericardio, e che favorisce i suoi movimenti mercè un liquido che esso separa. La cavità del cuore è tappezzata dalla membrana interna liscia, dal sistema vascolare sanguigno che si spande dai tronchi venosi sulle sue pareti, alle quali essa è unita per mezzo di tessuto cellulare, e che si prolunga poscia nei tronchi arteriosi. Questa membrana produce agli orificii dei tronchi vascolari delle pieghe diversamente configurate, sovente fissate a fascetti muscolosi prominenti, che diconsi valvule del cuore, e che determinano la direzione in cui progredisce il sangue spinto dal ristringimento delle pareti contrattili del cuore. Nelle pareti medesime di questo muscolo si distribuiscono ramificazioni dell'aorta, che loro conduce il sangue necessario alla loro nutrizione. Numerosi e sottilissimi nervi, che si spandono anche nella sostanza muscolosa del cuore sembrano presiedere alla sua nutrizione, e da questa alla sua impressionabilità per lo stimolo che produce il sangue, come alla sua facoltà contrattile.

La presenza di uno o più cuori, la loro situazione e composizione, la disposizione delle loro valvule, ed il loro modo di unione coi tronchi vascolari, sono altrettante circostanze, che variano molto negli animali, e che si connettono intimamente colle combinazioni diverse di loro struttura, di loro domicilio, del modo di respirare, dell'intensità dei fenomeni della vita, e di loro dipendenza dagli atti della nutrizione, essi medesimi sottoposti all'influenza della circolazione del sangue. Noi indicheremo brevemente la composizione del cuore nei diversi gruppi di animali.

Talvolta un cuore ha una sola cavità, e tal fiata due, tre o quattro. Allorchè ve ne ha una, dilatandosi essa riceve il sangue dei tronchi venosi, e contraendosi lo spinge nei tronchi arteriosi. Il riflusso del sangue dal cuore nelle vene allorchè questo si contrae, o dalle arterie nel cuore quando si dilata, è impedito dalle valvule. Questa forma, la più semplice di tutte, esiste nei crostacei, nei quali il cuore è situato tra le vene branchiali e le arterie del corpo. I cefalopedi hanno tre cuori di tal sorta, due tra le vene del corpo e le arterie branchiali, il terzo tra le vene branchiali e l'aorta (1).

(1) *La tav.* 90 b c *delle* cit. Mem. *di Delle Chiaje fa chiaramente conoscere che la* seppia officinale *abbia qualche particolarità di più. Vale a dire che le vene branchiali versano il sangue in un seno ovale, il destro finito nel proprio ventricolo che dà origine all'aorta posteriore, ed il sinistro terminato benanche nel respettivo ventricolo comunicante col destro mercè corto canale e dante uscita all'aorta anteriore. La quale separazione dei ventricoli è appena abbozzata nella* Lolligine volgare, *e costituisce l'anello di rannodamento al ventricolo unico del cuore nel resto dei cefalopedi. Delle Chiaje ha figurato*

Quando vi sono due cavità nel cuore, l'una di esse riceve il sangue dei tronchi venosi; dilatandosi, e contraendosi lo manda nella seconda che lo fa passare quindi nel tronco arterioso. Il suo ritorno dalla seconda nella prima è impedito dalle valvule situate al punto di riunione. Questa prima cavità ha sempre pareti sottili, e se le dà il nome di orecchietta (*sinus, atrium*). L'altra al contrario è provveduta di pareti più spesse e più dense: si chiama ventricolo (*ventriculus*). Le contrazioni e le dilatazioni di queste due cavità non mai si effettuano simultaneamente, ma alternativamente. Un cuore così conformato dicesi semplice. Talvolta se ne trova un simile tra i tronchi venosi degli organi respiratorii e le arterie del corpo, come nella maggior parte dei molluschi, ed esso presiede al movimento del sangue nel corpo; e perciò chiamasi cuore aortico. Talvolta evvene un altro tra i tronchi delle vene del corpo ed il tronco arterioso degli organi respiratorii, nell'interno dei quali esso determina il corso del sangue, come vedesi nei pesci, ed è quello che dicesi cuore respiratorio. Evvi pure un cuore semplice tra i tronchi venosi del corpo, e gli organi della respirazione, e tra le arterie di questi e quelle del corpo, per regolare la circolazione del sangue nel corpo, e negli organi respiratorii, disposizione che incontrasi nei rettili *batraci*. Negli altri rettili, i *chelonii*, i *saurii*, e gli *ofidii* il cuore ha due orecchiette, delle quali una riceve il sangue dalle vene del corpo, e l'altra quello delle vene polmonali. Queste due orecchiette versano il liquido, per via di due aperture, in un ventricolo unico che sovente è diviso, da un rudimento di tramezzo in iscompartimenti terminati imperfettamente, donde nascono i tronchi arteriosi dei polmoni e del corpo, che ricevono il sangue al momento della contrazione del ventricolo. È questo il cuore semi-doppio. Da ultimo il cuore presenta due orecchiette e due ventricoli, di cui una orecchietta ed un ventricolo comunicano insieme per mezzo di un'apertura, nell'atto che un tramezzo completo li separa dalle due cavità corrispondenti del lato opposto. È questo il vero cuore doppio che hanno gli uccelli ed i mammali. La metà diritta dell'organo riceve il sangue venoso che ritorna dal corpo, mescolato colla linfa e col sangue, e lo spinge nell'arteria polmonale; la sinistra al contrario riceve quello che ritorna dalle vene polmonali e lo manda nell'aorta.

Il liquido contenuto nel sistema vascolare, ossia il sangue ha un peso specifico più notabile di quello dell'acqua. Esso è un poco viscoso, esala odor particolare, ha sapor quasi sempre un poco salato, ed offre diverso colorito secondo gli animali. Quello dei mammali, degli uccelli, dei rettili, dei pesci e degli anelidi è rosso. Nei molluschi è bianco, o tendente un poco al ceruleo. Nei crostacei e negl'insetti, è limpido e chiaro come l'acqua. Il sangue delle oloturie, delle asterie e dei ricci di mare è gialliccio o aranciato.

Quando si esamina col microscopio il sangue che sgorga dai vasi, o che è tuttora contenuto in quelli delle parti trasparenti, vedesi un liquido che contiene alcuni corpicciuoli colorati detti globetti del sangue. Questi piccoli corpi, la cui scoperta è dovuta a Leuwenhoek e da Malpighi, sono stati osservati nel sangue dei mammali, degli uccelli, dei rettili e dei pesci da Baker, Haller, della Torre, Hewson, Fontana, Spallanzani ec. e recentissimamente da Villar, Home e Baur, Daellinger, Prevost e Dumas, Dutrochet ed altri. Lister, Baker, Prevost e Dumas, Milne-Edwards e Carus ne hanno veduti nel sangue dei molluschi; Leuwenhoek in quello delle squille; Carus in quello del gambero comune; Lyonnet nel liquido del vaso dorsale dei bruchi: Gruithuisen nelle nervature del grillo verde, e Carus nei vasi delle larve di libellula. I globetti sembrano dunque essere nel sangue di tutti gli animali.

La loro grossezza, la forma presentano differenza negli animali. Nel sangue dei

nel sifunculo nudo *l'orecchietta cardiaca nel principio dell'aorta, il ventricolo nel termine di questa. Più ha scoperta simmetrica serie di vesciche sanguigne ammesse nel cominciamento o lungo il tragitto dell'arteria aorta delle* Eunici, *dei* Lombrinieri, *delle* Polie, *delle* Amfitriti *e non ha guari confermate dall' Edwards* (Institut. sept. 1838.) *le quali sono piuttosto diverticoli che centri d'impulsione sanguigna. Nè la natura ne ha provveduto i soli anelidi, ma benanche le* oloturie, *gli* echini, *le* asterie *chiamate* ampolle Poliane *le grandi, ed* otrelli Folineaui *le piccole, ed in più scarso numero del prefato* **Delle Chiaje.** Il Trad.

rettili e dei pesci, essi sono di volume maggiore di quello che presentano gli uccelli ed i mammali. In questi ultimi essi sono di forma rotondata ed appena appiattita. I medesimi sembrano ovali nel sangue dei rettili e dei pesci. Secondo Carus, Prevost e Dumas sono rotondi nella lumaca e nel granchio ordinario. Essi hanno la figura ovale nelle larve di libellula.

La loro quantità varia egualmente. Il sangue degli uccelli e dei mammali ne contiene di più: essi sono meno numerosi in quello dei rettili e dei pesci; il sangue dei molluschi ne contiene anche meno di quello degli animali vertebrati. Il loro numero è più considerevole nel sangue degli animali ben nutriti che in quello di animali spossati dalla fame. Quelli degli animali a sangue rosso sono composti da un nucleo senza colore, e di uno strato corticale colorato, che si distacca durante la coagulazione del sangue. Questo strato corticale sembra che non esista nei globetti del sangue degli animali senza vertebre.

I globetti del sangue provengono senza dubbio dalle materie organiche degli alimenti disciolti dalla digestione, e che hanno la proprietà di prendere in taluni casi la figura globulosa. Se ne rinvengono già nel chilo, ma ivi son privi di tegumento colorato. Sembra che tale crosta non si formi che nei vasi degli organi respiratorii (1).

Il sangue che esce fuori dei vasi si coagula: i globetti che erano isolati gli uni dagli altri durante la vita, si riuniscono in una sola massa, e si separano dalla parte acquosa. La parte coagulata del sangue che è più pesante, e che si precipita al fondo, ha il nome di grumo (*crassamentum sanguinis*), mentre che la parte acquosa, che va al di sopra è detta siero. La proporzione rispettiva di queste due parti varia negli animali. Il sangue dei mammali e degli uccelli contiene più parti coagulabili di quello dei rettili e dei pesci. Pare che ve ne sieno anche meno nel sangue degli animali senza vertebre che in quello dei pesci e dei rettili. Il siero è composto di albumina disciolta in un poco di grasso, di materia salivale e di diversi sali. Il grumo al contrario lo è di fibrina, e negli animali a sangue rosso (2), di una materia colorante e particolare, il cruore, che contiene un poco di ferro.

Il sangue degli animali vertebrati offre, nelle diverse sezioni del sistema vascolare, differenze che sono più manifeste nei mammali e negli uccelli, che nei rettili e nei pesci. Il sangue contenuto nelle vene di tutte le parti del corpo d'onde esso ritorna, e che scorre nel cuore respiratorio, mescolato colla linfa, col chilo, ha colorito rosso tendente al nero, contiene molt'acqua, ma poche parti coagulabili, e chiamasi sangue venoso. Quello che si trova nei tronchi arteriosi degli organi respiratorii è della stessa natura. Il sangue che ritorna dagli organi respiratorii per le vene, non che quello del cuore aortico e delle arterie del corpo distinguesi pel colorito rosso-vermiglio. Desso è ricchissimo di globetti e contiene minor quantità di acqua. Questo sangue preparato mercè l'atto della respirazione, e che chiamasi arterioso è un liquido assolutamente necessario pel sostegno della vita. Esso contiene le materie destinate alla nutrizione delle parti solide, che le ricevono dalle arteriuzze prominenti nel loro tessuto, le attivano nell'atto della nutrizione e si combinano colle medesime. Per mezzo della nutrizione tutte le parti di

(1) *La scoperta della circolazione sanguigna del* sifunculo nudo *fatta da Delle Chiaje è di eccezione a questa teorica del chiarissimo autore. Poichè i globetti cruorici delle vene enteriche e branchiali mancano della vermiglia tinta che offrono quando traghettano entro l' arteria aorta. All' opposto i follicoli dermoidei dei Molluschi cefalopedi da Delle Chiaje tenuti per utricciuoli malpighiani appartenenti alla rete cutanea vascolare sono ricchi di ematosina affatto deficiente nel venoso ed arterioso loro sangue. Più, come conciliare siffatta idea col colore verde di questo liquido nelle vene della* nereide cuprea, *il cui arterioso apparato è rosso scarlatto? Anzi ha veduto quegli rossi e verdi fiocchetti dermoidali nell'* Asteria Achinofora *destinati a coadiuvare la respirazione.* Il Trad.

(2) *Ciò è provato pei mammiferi, e Delle Chiaje giustamente invita i chimici a rivolgere le analitiche loro indagini agli anelidi ed agli altri gruppi di animali invertebrati forniti di sangue più o meno tendente al colore scarlatto.* Il Trad.

un corpo animale sono mantenute nello stato di chimica composizione ed organizzazione, che loro appartengono come proprie, e nelle condizioni che le rendono atte ad esercitare le loro diverse manifestazioni di forza o di attività. Inoltre il sangue arterioso fornisce alla secrezione numerosi liquidi, di cui i primi sono essenziali, sia che si spandano nel tubo alimentare, ove essi effettuano la dissoluzione e l'assimilazione degli alimenti, sia che umettino la superficie interna delle membrane sierose e sinoviali e facilitino l'esercizio dei movimenti automatici o volontarii, mentre che i secondi sono destinati alla produzione di nuovi esseri.

Il sangue è il liquido in cui son trasportate tutte le materie provenienti dall'esterno e che entrano nella composizione delle parti solide, ed a cui ritornano tutti i materiali degli organi che ripassano allo stato fluido mercè le manifestazioni di azione di questi stessi organi, e che assorbiti si separano le diverse materie escrementizie, il cui esito ha per scopo il sostegno della composizione chimica ad esso propria. Alcune di queste escrezioni, come quella degli organi respiratorii e la bile, derivano dal sangue venoso, mentre che altri, per esempio l'orina e le materie esalate dalla pelle provengono dal sangue arterioso.

Il sangue come sorgente di tutti gli atti di nutrizione, di formazione e di secrezione, è in reciproca azione con tutte le parti del corpo. Esso mantiene i cangiamenti di composizione che accompagnano le manifestazioni della vita degli organi, e desso è la condizione indispensabile dell'esistenza degli animali. La sua sottrazione o la distruzione delle sue proprietà per causa di diverse influenze esterne e sostanze venefiche apporta la perdita della vita. Necessario all'esecuzione ed all'esercizio di tutte le operazioni animali e di tutte le manifestazioni di animale attività, alla digestione, all'assorbimento, alla respirazione, alla nutrizione, alla secrezione, ai movimenti, alle azioni nervose e generative, il sangue è sottoposto a continui cangiamenti. La sua quantità, la sua composizione e le sue qualità sono modificate dagli atti della nutrizione e della secrezione. Ciò che esso perde in quantità lo riacquista in virtù del prendimento ed assimilazione degli alimenti. I mutamenti che esso prova nella sua composizione, son riparati dalla respirazione e dalla espulsione delle materie escrementizie. Perciocchè è continuamente variabile sotto tutti gli aspetti; desso è la sorgente di tutti i cangiamenti di composizione che accompagnano l'esercizio della vita degli animali, è la condizione indispensabile alla loro esistenza.

Il sangue è agitato da continuo movimento durante la vita Esso scorre dal cuore pei tronchi, per le branche, pei rami e per le ramificazioni delle arterie, giugne così agli organi, ritorna da questi nelle cavità del cuore, dalle radici, dai rami, dalle branche e dai tronchi delle vene, poscia ripassa nuovamente nelle arterie. Questo moto dicesi circolazione, da cui dipende la durata della vita, qualora non sia interrotto. Quello che ha luogo nei vasi degli organi della respirazione dicesi piccola circolazione o circolazione respiratoria, mentre quello che effettuasi nel resto del corpo chiamasi grande circolazione o circolazione aortica. Una terza circolazione eseguita dai vasi soltanto, fassi ancora nel fegato, negli animali vertebrati, nei mammali, negli uccelli, nei rettili e nei pesci: le vene dello stomaco e del canale intestinale, del pancreas e della milza si riuniscono in un solo tronco, cioè la vena porta, che si distribuisce nel fegato a modo dell'arteria, e comunica colla vena cava inferiore per mezzo delle vene epatiche. Nei rettili e nei pesci la vena porta riceve oltracciò le vene di molti altri organi (1). Questo movimento del sangue venoso attraverso il fegato è destinato alla secrezione della bile, che è un liquido in parte escrementizio, ed il cui esito mantiene la massa del sangue nelle condizioni di composizione chimica necessaria ad effettuare la nutrizione.

Quanto alle cause della circolazione del sangue, subietto su cui i fisiologi han molto disputato dopo la scoperta di Harvey, si può tenere per provato, che essa è dovuta tanto alle manifestazioni di attività delle pareti degli spazii, nei quali il

(1) *Sarebbe questo un quarto tipo di circolazione, che Delle Chiaje denomina Jacobsiana, essendo stato il primo a confermarla con eleganti tavole alla nostra R. Accademia delle Scienze. Risulta essa dal sangue venoso reduce dagli arti posteriori e dalla cute per scaricarsi nelle vene renale ed ombelicale terminata o separatamente nel fegato, oppure nella vena delle porte.* Il Trad.

sangue si contiene, che alla proprietà inerente al sangue vivente stesso, cioè ai suoi globetti, di muoversi per proprio impulso (1). Egli sembra inoltre che gli organi, la cui sostanza è sottoposta a un cambiamento continuo, esercitino sul sangue un'attrazione che favorisce anche il suo movimento. Noi esamineremo rapidamente queste diverse condizioni della circolazione. Se ne tratterà più diffusamente quando si farà parola della circolazione del sangue nell'uomo.

Il cuore vivo, la cui disposizione e struttura risultano dall'attività plastica che si manifesta nel germe fecondato, è dotato ad alto grado di una facoltà contrattile notevolissima, che si chiama forza muscolare o irritabilità. Questa forza sussiste nel cuore di un animale anche per lungo tempo che i vasi nutritivi portano del sangue arterioso alla sua sostanza, di cui esso si nutrisce. La medesima diminuisce rapidamente, e non tarda ad estinguersi interamente nel cuore distaccato dal corpo. Lo stimolo che incita a contrarre sino le pareti irritabili del cuore è il sangue, come Haller l'ha sufficientemente determinato con numerose esperienze. Questo liquido si spande dai tronchi venosi nelle orecchiette quando queste si rilasciano e si dilatano, poscia le loro muscolose pareti ritornano sopra esse medesime, e spingono il sangue che esse circoscrivono nei ventricoli, i quali si dilatano per riceverlo. Il riflusso di questo liquido dalle orecchiette nei tronchi venosi è impedito dalla contrazione dei fasci muscolosi circolari che circondano questi, ovvero dalle valvule. Le pareti dei ventricoli distese, stimolate dal sangue che esse han ricevuto, si contraggono egualmente in tutti i sensi, secondo la direzione dei loro fascetti carnosi, con molta forza e rapidità, e ne scacciano il sangue mediante scosse e ondulazioni nei tronchi arteriosi. Il sangue rifluirebbe dai ventricoli nelle orecchiette, se delle forti valvule non vi presentassero ostacolo. Al momento in cui si contraggono i ventricoli, le orecchiette che sono vuote, nuovamente si dilatano ed ammettono altro sangue proveniente dai tronchi venosi, che esse spingono nei ventricoli, la cui dilatazione coincide col loro ristringimento. Le contrazioni ed il rilasciamento delle orecchiette (2) e dei ventricoli continuano alternativamente durante tutta la vita, d'onde consegue che continuamente il sangue è ricevuto dai tronchi venosi e spinto nei tronchi arteriosi; nel mentre che i tronchi delle vene versano questo liquido nelle orecchiette, che si dilatano, esso ritorna dai rami e dalle branche nei tronchi. Il sangue spinto, mediante scosse e con gran forza, nelle arterie, è condotto agli organi mercè le branche, i rami ed i ramoscelli di questi vasi, alle ultime estremità dei quali esso rientra, ma dopo aver cambiato proprietà nelle vene che lo riconducono al cuore.

L'indicato corso circolare del sangue è stato dimostrato dalle esperienze di Harveo per gli effetti che la compressione e la legatura delle arterie e delle vene producono sul movimento di questo liquido, non che dagli effetti che ne conseguono. Le arterie che si comprimono, ovvero attorno le quali si stringe una legatura, si gonfiano al di sopra dell'ostacolo, dal lato del cuore, mentre che esse restano

(1) *Niuno prima di Delle Chiaje ne ha avuto una dimostrazione diretta specialmente nelle branchiali laminette degli* Echini. *Ed ha egli a traverso delle loro pareti distinto nei cruorici globetti duplice moto rotatorio, uno intorno al proprio asse e l'altro di reciproca attrazione da formare tanti parziali gruppi, nuotanti in gran copia di siero. Fenomeno dopo lui confermato eziandio da Carus* (Anatom. comp. II, 305). Il Trad.

(2) *Molti celebri osservatori hanno notata la facoltà contrattile dei ventricoli nel cuore staccato dal corpo, ed anche in sito molti giorni dopo estinto l'animale. Delle Chiaje nella* torpedine elettrica *morta da qualche giorno, colla cavità toracica addominale recisa, ha visto che l'aria atmosferica soffiata entro la vena cava risuscitava il sistolico e diastolico moto della cardiaca orecchietta. Ha per una intera giornata e replicate volte ripetuto questo curioso esperimento attribuendo tal fenomeno all'ossigeno che vi trasporta l'aria atmosferica. Anzi ha egli determinato nella* torpedine marmorata *morta da poco tempo che posto alla scoperta il cuore e soffiatovi l'aria presso il fine di una delle vene cave posteriori, repristinavasi la pulsazione in queste come 1, nelle orecchiette come 3, come 5 nel ventricolo e come mezzo nell'arteria branchiale al di là del suo bulbo.* Il Trad.

flosce e ristrette al di sotto. Le vene al contrario, quando si sottopongono alla stessa prova, si distendono al di sotto dell'ostacolo, e si afflosciscono di sopra. Oltracciò il movimento circolatorio del sangue è stato osservato sugli animali viventi coll'ajuto del microscopio da Malpighi, Leuwenhoek, Baker, Haller, Spallanzani e molti altri naturalisti.

Nelle arterie scorre il sangue per onde o scosse, dai tronchi verso le branche, e da queste verso i rami ed i ramoscelli, sino a che in ultimo esso si muove uniformemente nelle più delicate ramificazioni. Questo movimento è prodotto dalle contrazioni energiche dei ventricoli del cuore, d'onde risulta che il sangue, spinto dalle scosse dei ventricoli nelle arterie, spinge innanzi quello che già si contiene nei tronchi, in modo che in ciascuna contrazione dei ventricoli la colonna del sangue che riempie i tronchi arteriosi trovasi andata verso le ramificazioni periferiche mediante una novella onda. A ciascuna contrazione dei ventricoli, comprimendosi l'arteria, si sente un battito, che dipende dall'afflusso della colonna di liquido spinto in avanti, e che solleva anche il dito quando la pressione non è forte. Vedesi ancora, pungendo un'arteria, uscir sangue con getti isocroni alle contrazioni dei ventricoli. Da ultimo, il movimento impresso a questo liquido dall'azione del cuore è facile ad osservarsi mediante il microscopio, nelle arterie delle parti trasparenti, del mesenterio, dei polmoni, e delle membrane natatorie dei piccioli animali viventi.

Così il cuore irritabile è il principale agente del movimento del sangue nelle arterie per cagione della energica contrazione dei suoi ventricoli, e per la spinta che esso dà al liquido. Nulladimeno questa non è la sola cagione, come han preteso molti fisiologi: le pareti delle arterie anche vi prendono parte (1).

Le arterie, che consistono in una membrana fibrosa particolare, sono estensibili, elastiche, e dotate di un potere vitale a contrarsi; ma questa facoltà non è identica colla irritabilità muscolare, come vogliono alcuni fisiologi. Quando si applicano agenti meccanici o chimici sulle arterie vive, esse non si traggono al pari dei muscoli sottoposti al medesimo stimolo, come dirò in seguito trattando delle proprietà di questi vasi nell'uomo. Per altro ogni arteria tagliata a traverso, ovvero esposta all'influenza dell'aria sopra un animale vivente, si stringe un poco sopra sè stessa, ciò che non ha luogo nel cadavere, e non può per conseguenza essere attribuita all'elasticità soltanto. L'esistenza di una facoltà contrattile vivente nelle pareti delle arterie dipende anche da che, dopo le cavate di sangue, il loro calibro diminuisce in proporzione della quantità di sangue ch'è stato sottratto all'animale. Noi chiameremo provvisoriamente contrattilità organica o tonicità il potere di cui esse godono, di ristringersi indipendentemente dalla loro elasticità.

Al momento in cui si contraggono i ventricoli e si vuotano con gran forza le arterie, che sono estensibili e sempre piene di sangue, si dilatano, per l'afflusso di una nuova quantità di liquido, un poco al di là del loro diametro medio, ma ad un debole grado soltanto. Le loro pareti elastiche e contrattili di poi si sforzano per ritornare a questo diametro medio, fenomeno che ha luogo mentre che i ventricoli si dilatano e ricevono una nuova onda di sangue dalle orecchiette. Poichè le valvule situate alla base dei tronchi arteriosi, non permettono al sangue di rifluire nei ventricoli quando essi si dilatano, questo liquido è obbligato dopo il ristringimento che provano le arterie ritornando nel loro diametro medio, a progredire verso le loro più forti ramificazioni. Questa reazione delle arterie elastiche e contrattili, che molti fisiologi hanno osservato, è stata a torto rigettata da alcuni, oppure

(1) *Delle Chiaje mi ha all'uopo manifestato il vero* argumentum crucis *che presenta l'esatta osservazione dell'aorta dello storione* (Acipenser sturio) *da taluni citato per contrario al pulsante potere delle pareti arteriose. Di fatti il cuore non vi ha alcuna relazione immediata, giacchè le vene branchiali portano il sangue nel bulbo dell'aorta, la quale tosto diviene cartilaginosa fino all'uscita dall'addomine. Or la natura ha nella interiore sua cavità collocato longitudinale pennato muscolo, le cui carnose fibre partono dalla centrale linea della teca vertebrale, e finiscono in valido tendine esteso dal principio alla fine cartilaginosa di siffatta arteria. In simil modo è l'onda sanguigna ajutata a proseguire il suo corso entro un tubo inerte od appena elastico, finchè non incontri le contrattili pareti di detto vaso.* Il Trad.

erroneamente attribuita alla sola elasticità. Nelle picciole arterie il sangue non scorre più mercè la scossa, ma in un modo uniforme, come la maggior parte dei fisiologi se ne sono convinti mercè il microscopio. Questa differenza dipende da che la forza dei ventricoli i quali si contraggono, l'impulso che essi danno alla colonna del liquido, sono indeboliti dal distendimento delle pareti arteriose. Il moto del sangue nei ramoscelli non può affatto essere attribuito soltanto al cuore; bisogna piuttosto considerarlo come un effetto dovuto alla contrattilità delle pareti arteriose ed alla proprietà che ha il sangue di muoversi per un proprio impulso. La maggior pruova che se ne possa dare si è, che il sangue progredisce nelle arterie degli animali sprovveduti affatto di cuore.

Il sangue passa dalle ramificazioni più sottili delle arterie nelle vene. Oltre all' essere stato spesso provato per mezzo di iniezione di sostanze tenui in animali morti, che una comunicazione esiste tra questi due ordini di vasi, lo stesso fatto è stato osservato per mezzo del microscopio su parti trasparenti di animali viventi da gran numero di naturalisti, come Malpighi, Leuwenhoek, Cowper, Moliney, Cheselden, Baker. Hales, Haller, Reichel, Spallanzani ed altri. Questi fisici han veduto passare il sangue dalle arterie nelle vene. Doellinger e Pander hanno recentemente fatta la stessa osservazione nella venuzza dell' uovo di gallina covato. Villar ha osservato nella coda delle gazzole passare il sangue dalle arterie nelle vene. F. Thomson è stato testimone dello stesso fenomeno nelle membrane natatorie delle ranocchie. Erman ha veduto nelle branche frangiate dei ranocchi sviluppati, alcune serie di globetti di sangue, che passavano dalle arteriuzze nelle vene. Lo stesso fatto è stato osservato da Cuvier nelle branche delle gazzole di tritoni, e da Configliacchi e Rusconi in quelle del proteo. Doellinger ha veduto sopra embrioni di pesci progredire il sangue lungo le arteriuzze, le quali ripiegavansi sopra esse stesse per produrre delle vene. Finalmente Carus ha osservato una corrente arteriosa e venosa nelle lamine della coda delle larve della libellula, e riconosciuto che la prima si ripiegava sopra essa stessa per far luogo alla seconda. Egli è dunque impossibile, secondo queste testimonianze, di mettere in dubbio la conversione delle arteriuzze in vene ed il passaggio del sangue da quelle in queste. La comunicazione tra i due ordini di vasi è quasi sempre stretta, e permette il passaggio ad una sola serie di globetti sanguigni; egli è più raro il vedere due o tre globetti sormontarla simultaneamente. Del resto la corrente del sangue ha luogo in una maniera uniforme, e non per scosse, ciò che si oppone all'opinione dei fisiologi, i quali ammettono che il sangue traversa i vasi capillari in virtù delle contrazioni del cuore. Ma si è ancora nel dubbio se le piccole correnti sanguigne sono circondate da pareti vascolari al momento del loro passaggio dalle arterie nelle vene, come Leuwenhoek, Haller, Spallanzani ed altri ammetteano, dicendo di averlo osservato, ovvero se essi son contenuti soltanto in vasi vuoti in mezzo al tessuto muccoso, come pretendono Gruituisen, Doellinger, Carus ed altri. Nondimeno si può risguardare come un fatto vero, che alla prima apparizione di venuzza nell'uovo di uccello covato, il sangue non è affatto ancora circondato da pareti vascolari.

Il sangue scorre nelle vene dalle ramificazioni verso le branche ed i tronchi. Il suo corso in esse è regolare e più lento che nelle arterie. Esso si muove nei tronchi per via di scosse che sono isocrone alla dilatazione delle orecchiette. La progressione nelle vene, è il risultamento dell'afflusso continuo del sangue per le arterie, dell'elasticità, e della contrattilità vitale delle pareti venose e delle alternative dilatazioni delle orecchiette. Il sangue, che si spande dalle arterie, distende le vene. Queste in forza della elasticità e della contrattilità delle loro tuniche fibrose (1), proprietà, che assomiglia a quella di cui son dotate le arterie, e sulla quale io ritornerò in appresso trattando delle proprietà delle vene, reagiscono sul liquido, e tendono a restringersi. Da ciò risulta che il sangue si avanza dai rami verso le branche, movimento durante il quale le valvule si oppongono alla sua retrocessione, e sostengono la colonna del liquido, diviso dalle stesse in numerose sezioni. L'afflusso del sangue verso il cuore è facilitato oltracciò dal distendimento delle orecchiette, giacchè esso si precipita dai tronchi nel vuoto prodotto da questa distensione, nel tempo stesso che quello dei rami e delle branche giugne nei tronchi

(1) *Delle Chiaje nelle sole vene cave posteriori sì delle* torpedini *che delle testuggini ha visto una valida rete fibrosa e la deficienza di valvule.* Il Trad.

che si vuotano. Haller, Wilson, Platner e Blumenbach hanno già ammesso che le orecchiette dilatandosi, operano a guisa di tromba aspirante sul sangue contenuto nelle vene. Questa opinione può considerarsi come dimostrata tanto dagli argomenti di Carson, Jungenbuhler e Schubarth, che dalle osservazioni di Doellinger che, studiando l'embrione di uccello ha veduto il sangue avanzarsi nelle vene mentre che i tronchi lo versavano nelle orecchiette al momento in cui queste si dilatavano.

Oltre i movimenti comunicati al sangue dalle contrazioni e dilatazioni alternative del cuore irritabile che funziona in quelli come una tromba premente ed aspirante, indipendentemente da quelli, che ad esso sono impressi dalle pareti elastiche e contrattili delle arterie e delle vene, possiede anche la facoltà di muoversi da per sè stesso. Questa proprietà gli è stata attribuita da molti fisiologi, mentre altri l'hanno messa in dubbio. Harvey, Glissen, Bohn ed altri hanno preteso che il sangue sia un liquido vivente e capace di un movimento tutto particolare: ed Albino, Wilson, Rosa, Giovanni Hunter, Gallini ec., hanno addotte ragioni determinate in favore di questa opinione. Heidmann, esaminando alcune gocce di sangue fresco col microscopio, ha veduto formarsi in mezzo al liquido, durante il coagulamento, tessuto reticolare che per alcuni minuti movevasi in guisa analoga alle deboli contrazioni ed espansioni delle fibre muscolari. G. R. Treviranus ha osservato coll'ajuto del microscopio due specie di movimenti nel sangue sgorgante dai vasi di un animale vivo. Il primo consisteva in un vortice di globetti sanguigni, mentre il secondo si manifestava durante il coagulamento con una tremula contrazione dell'intero grumo. Cavolini ha pur veduto nei tubi del tronco e delle ramificazioni dello scheletro corneo delle sertolarie un liquido contenente alcuni globetti che movevansi a vortici. Haller, Spallanzani, Philips, G. R. Treviranus ed altri, hanno osservato per mezzo del microscopio, che il sangue continuava a muoversi nei vasi di diversi animali, principalmente dei ranocchi, anche qualche tempo dopo che i grossi vasi cardiaci erano stati legati, ovvero il cuore stesso strappato, fenomeno di cui io medesimo sono stato testimone parecchie volte. C. F. Wolff, Doellinger, e Pander, Prevost e Dumas ec. hanno veduto, anche prima della formazione dei vasi e del cuore, apparire nell'uovo di uccello covato alcuni globetti sanguigni che erano in movimento. Giovanni Hunter, Gruithuisen, Kaltebrunner ec., hanno osservato in mezzo al tessuto mucoso, nelle parti infiammate, nei tessuti che si rigeneravano, e durante la cicatrizzazione delle piaghe, dei punti sanguigni che situavansi consecutivamente gli uni dopo gli altri, formando anche delle piccole correnti, le quali rappresentavano nuovi vasi, ed univansi agli antichi. Tutti questi fenomeni confermano che i globetti sanguigni come parti organiche posseggono la facoltà di muoversi, che Wolff loro aveva già attribuita. Ma sebbene non si possa negare che il sangue abbia questa facoltà, e che i primi movimenti di esso, prima della formazione del cuore e delle pareti vascolari, debbano essere il risultamento di una forza inerente a sè stesso, pure, negli animali provvisti di cuore, la sua progressione è principalmente effetto dell'azione di quest'organo, di cui se si estingue l'energia, la circolazione arrestasi prontamente. Infine il sangue rimane liquido e conserva la facoltà di muoversi anche dopo lungo tempo che è in relazione con i corpi viventi; ma, uscito dai vasi, si coagula e tosto cessa di muoversi.

Gli organi sembrano esercitare anche un' attrazione vitale sul sangue arterioso. Se una parte qualunque raddoppia la sua azione, e ciò sia dopo un eccitamento interno o esterno, o per virtù del sistema nervoso, portasi maggior quantità di sangue nella stessa. Che sottoponendosi una parte esterna, per esempio la congiuntiva, ovvero una porzione della pelle, ad uno stimolo meccanico, che si strofini, che si esponga ad una temperatura elevata, che si faccia cadere sulla stessa una scintilla elettrica, o che si ponga a contatto coi due poli di una pila galvanica, subito il sangue vi affluisce in maggior quantità, ed essa addiviene rossa. La stessa cosa avviene in caso di ferita. Tutte le membrane che separano muccosità, o sierosità, tutti gli organi secretorj ed altri, ammettono egualmente più sangue allorchè vengono stimolati. Tal fenomeno non può essere attribuito ad un raddoppiamento di azione del cuore, giacchè questo non esercita influenza che sopra il moto del sangue in generale, e nulla farebbe cambiare alla quantità di questo liquido che si porta in ciascuna parte del corpo. Sembra piuttosto riguardare ciò che l'organo, la cui azione diviene più vivace, prova dei cangiamenti più pronti nella sua composizione materiale, e ciò che per la stessa ragione, esso attira più rapidamente ed in più grande abbondanza il sangue arterioso che solo è capace in ragione della

sua influenza sulla nutrizione, di rendere la parte atta a manifestare un aumento di energia. Quando io tratterò della circolazione del sangue nell'uomo, esporrò più minutamente gli argomenti che militano in favore dell'attrazione esercitata sul sangue dagli organi viventi. La disposizione del sistema vascolare sanguigno, il suo grado di complicanza, e la direzione che ne segue pel sangue in moto sono in intima connessione, nei diversi gruppi di animali insieme col grado di complicanza della loro struttura, con quella di diversità e di intensità dei loro fenomeni vitali.

Nei mammali e negli uccelli che hanno la più complicata organizzazione, e nei quali noi osserviamo le manifestazioni di azioni più svariate e più intense del sistema nervoso, al pari che i movimenti più energici e più durevoli, il moto del sangue attraverso gli organi respiratorj ed il corso intiero è determinato dai segmenti particolari del cuore. Le vie percorse da questo liquido nel corpo sono talmente distinte l'una dall'altra, che non può affatto giungere una sola goccia di chilo o sangue al parenchima degli organi senza che essa sia stata precedentemente sottoposta all'azione dell'aria nei polmoni.

Nei rettili, che sono meno sensibili, ed i cui movimenti non hanno tanta vivacità, nè durata, la circolazione del sangue attraverso i polmoni non è esattamente separata da quella attraverso il resto del corpo che negli animali precedenti; giacchè il sangue arterioso ed il venoso si mescolano nel cuore. Frattanto quest'ultimo organo è ancora l'agente principale del moto del sangue nelle due vie che percorre.

Nei pesci, nei crostacei e nei molluschi, in cui il sistema nervoso offre un grado minore di sviluppamento, e dei quali il sistema muscolare eseguisce movimenti meno energici, le due correnti di sangue sono ben distinte l'una dall'altra per mezzo degli organi respiratorj e pel corpo, ma il moto di questo liquido non è sostenuto che da una di essa, da un cuore, cioè mediante un cuore branchiale nei pesci, da un cuore aortico nei crostacei e nella maggior parte dei molluschi.

Negli anelidi e raggiati le due correnti di sangue neanche sono più chiaramente distinte che negli animali precedenti; il cuore destinato ad essere il principale agente che dà impulso a questo liquido sparisce, ed i soli vasi effettuano la circolazione sanguigna.

Il volume del cuore in proporzione della massa del corpo, la forza colla quale esso sostiene il moto del sangue mediante la sua contrazione, e la velocità della circolazione sanguigna, sono egualmente negli animali in una perfetta relazione colla complicanza della loro struttura e colla intensità delle manifestazioni di azione dei loro sistemi nervoso e muscolare. Nei mammali e negli uccelli il sangue si muove con maggior rapidità e forza nel suo doppio corso; nei rettili e nei pesci più lentamente; nei crostacei, nei molluschi, negli anelidi e nei raggiati esso progredisce lentissimamente. Le circostanze ch'esaltano i fenomeni della vita negli animali accelerano il movimento del sangue nella maggior parte, mentre quelle che deprimono questi medesimi fenomeni rendono la circolazione più lenta e meno energica. Da ultimo la durata della vita dipende tanto maggiormente dalla circolazione del sangue negli animali per quanto i fenomeni che li caratterizzano, cioè le azioni del sistema nervoso ed i movimenti volontarj hanno maggiore intensità in essi. La vita dei mammali e degli uccelli si estingue appena che la circolazione s'interrompe per alcuni minuti. Al contrario i rettili, i pesci, i molluschi ed i vermini continuano a vivere per molte ore, ed anche in alcuni casi per giorni interi, sebbene sia soppresso in essi il moto del sangue, e siasi loro strappato il cuore, ovvero distrutta la continuità dei loro grossi tronchi vascolari.

In appoggio delle cose suddette esponiamo brevemente la disposizione del sistema vascolare sanguigno nelle diverse classi di animali.

Gli animali a sangue caldo giunti al termine del loro sviluppamento, i mammiferi e gli uccelli, i quali hanno la più complicata struttura, il sistema nervoso più sviluppato, le azioni nervose le più intense ed i movimenti animali più durevoli, i quali sentono il bisogno degli alimenti a più brevi intervalli e che li digeriscono più subitamente; nei quali la vita dipende dal rinnovamento dell'aria nei polmoni al più alto grado, la rinnovazione dei materiali dell'organo si fa con maggior rapidità, ed offrono le più svariate ed abbondanti secrezioni, in una parola le manifestazioni della vita presentano alle volte la maggiore diversità ed intensità: questi animali son quelli che hanno il sistema vascolare sanguigno più sviluppato. Il loro cuore voluminoso si compone di due metà separate da un setto, ovvero risulta da due cuori addossati l'uno all'altro. Ciascuna metà di questo cuore contiene una cavità a picciole pareti comunicanti coi tronchi

venosi che chiamasi orecchietta, ed un'altra a pareti spesse comunicante da una parte con una orecchietta, dall'altra con un tronco arterioso, e che chiamasi ventricolo

Il sangue nero che ritorna dai diversi organi è versato dai tronchi venosi del corpo, le vene nell'orecchietta della metà diritta del cuore. Insieme con esso trovansi mescolati il chilo e la linfa trasportati dai tronchi linfatici. In virtù della contrazione dell'orecchietta, il sangue è spinto nel ventricolo dritto, la cui contrazione lo fa consecutivamente giugnere all' arteria polmonale. Questa che si dirama nei polmoni e che convertesi in una reticella dilicata alla superficie delle picciole e numerosissime cellule polmonali, presenta il sangue venoso mescolato col chilo all'azione dell'aria atmosferica che lo cangia in sangue arterioso. Il sangue vermiglio ripreso dalle vene dei polmoni che si riuniscono a poco a poco in tronchi, è spinto per mezzo di esse nella metà sinistra del cuore, formato di pareti più spesse e robuste. Dall'orecchietta sinistra questo liquido passa nel ventricolo corrispondente, d'onde è spinto con gran forza nell'aorta, le cui ramificazioni lo conducono in tutte le parti che se ne nutriscono e che sono da esso sostenute nell'esercizio delle loro proprietà vitali. Dal sangue arterioso derivano tutti gli umori, eccettuata la bile. Quello che non ha potuto servire nè alla nutrizione, nè alle sensazioni, passa dalle arteriuzze più sottili degli organi nelle vene che si riuniscono successivamente in rami, branche e tronchi, e versano nell'orecchietta dritta il sangue divenuto nero. Le vene destinate a ricondurre il sangue dal fegato comunicano colla vena cava inferiore.

La circolazione del sangue si effettua assai rapidamente negli uccelli e nei mammali. Prevost e Dumas han contato nello spazio di un minuto cento dieci pulsazioni in un corvo ed in un' anatra, cento trentasei in un piccione, cento quaranta in un pollo, e quasi dugento in un airone. Il numero delle pulsazioni per minuto ascende, secondo Parry e Greve, da trentotto a cinquantadue nel cavallo, e da sessantaquattro a settanta nel bue. Prevost e Dumas hanno osservato cinquantasei pulsazioni nella pecora, ottantaquattro nella capra, settanta nel cane ed in una scimmia, cento nel gatto, centoventi in un coniglio, e cento quaranta in un cabiai.

Nei rettili la circolazione polmonare e la generale sono meno distinte che nei mammali e negli uccelli. Il cuore delle chelonie, dei saurj e degli ofidj si compone di due orecchiette, separate da un tramezzo, e da un ventricolo che contiene, nelle testuggini e nelle lacerte, per la maggior parte del tempo tre, negli ofidj, due cavità comunicanti insieme, dalle quali le arterie polmonari e quelle del corpo traggono la loro origine. Il sangue venoso che ritorna dal corpo, mischiato col chilo e colla linfa, è versato dalle vene cave nella orecchietta diritta, mentre il sangue arterioso che giugne dai polmoni è condotto dalle vene polmonari nella orecchietta sinistra. Allorchè le orecchiette si contraggono, le due specie di sangue sono spinte negli scompartimenti del ventricolo cardiaco, ove esse si mescolano l'una coll'altra, dopo di che la contrazione di questa cavità le fa giugnere nelle arterie polmonari ed in quelle del corpo. Questa disposizione è stata dimostrata dall'esame che Caldesi, Duverney, Mery, Buissière, Morgagni, Wrisberg ed altri han fatto del cuore delle tartarughe, Duverney e Cuvier di quello del coccodrillo, e Schlemm di quello dei serpenti.

Il cuore dei ranocchi (1), dei rospi, delle salamandre, dei tritoni, è formato di una sola orecchietta e di un solo ventricolo. La prima riceve il sangue dai polmoni e dal cuore, che passa quindi nel ventricolo, e poscia nell'arteria del corpo: le arterie polmonari sono semplici branche dell'aorta. Si trova una disposizione simile nel cuore dei rettili muniti di branche, nella sirena e nel proteo. Dopo le osservazioni di Cuvier, l'arteria che nasce dal ventricolo nella *sirena lacertina* si ramifica tutta intera nelle branche, e nelle vene branchiali formano l'aorta per la loro riunione, come nei pesci. Nel *proteus anguinus* al contrario, l'arteria che sorte dal ventricolo cardiaco si divide, secondo le ricerche di Configliacchi e Rusconi, in due tronchi, che danno dei rami alle branche, alla testa ed ai polmoni, e riunisconsi poscia per produrre l'aorta discendente. Le vene branchiali si uniscono in parte colle arterie della testa ed in parte coll'aorta di-

(1) Swammerdam *ha descritto il cuore ed il sistema vascolare sanguigno della rana comune, nella sua Bibbia della Natura, e ne ha dato la figura, tav.* 49, *fig.* 3 *e* 4. (A)

scendente, mentre le polmonari si aprono nei tronchi venosi del corpo. Rusconi ha incontrata una disposizione simile nelle gazole delle salamandre acquatiche.

Nei rettili, come nei mammali ed uccelli, esiste un sistema della vena porta, ma di maggiore estensione, giacchè, secondo le osservazioni di Bojanus, queste non sono soltanto le vene dello stomaco, del canale intestinale, della milza e del pancreas, ma anche quelle delle estremità posteriori e dei tegumenti del basso ventre che concorrono a formare il tronco della vena porta.

Giudicandone dai movimenti del cuore, la circolazione del sangue nei rettili effettuasi con minore rapidità e vivacità che nei mammali e negli uccelli. La temperatura dei mezzi nei quali questi animali vivono e l'interruzione dei movimenti respiratori, esercitano grande influenza sulla rapidità e sulla lentezza delle contrazioni cardiache. Il cuore delle tartarughe non si contrae che tredici o venti volte per minuto, secondo le osservazioni di Caldesi, e secondo quelle di Fontana soltanto dieci volte. Wilford ha contato quindici a venticinque pulsazioni per minuto nel cuore di un boa. Fontana settanta e più in quello delle rane. Quando gli animali sono spossati dalla fame, i movimenti del cuore diventano assai lenti. Fontana ha osservato il cuore di una tartaruga che non avea preso nutrimento da lungo tempo battere sol dieci volte nello spazio di ventidue minuti; quello delle rane si contrasse dieci volte negli stessi casi. La vita dei rettili non dipende tanto dalla circolazione del sangue quanto quella dei mammali e degli uccelli: giacchè le tartarughe, i serpenti, le rane, si muovono anche lungo tempo dopo che il cuore è stato loro strappato.

Nei pesci la circolazione del sangue nelle branche è effettuata da un cuore, e quella nel corpo dai soli vasi. Il cuore, poco voluminoso in proporzione della massa del corpo, è situato dietro le branche. Esso si compone di una orecchietta e di un ventricolo. Il primo riceve dalle vene il sangue nero che ritorna dalle diverse parti del corpo col chilo e colla linfa, e lo fa passare nel ventricolo. Questo lo spinge nell'arteria branchiale che alla sua origine forma una dilatazione contrattile. Questa arteria si ramifica nelle branche, sopra le numerose laminette delle quali essa riducesi in una fina reticella, dove il sangue venoso cambiasi in vermiglio. Tutte le vene branchiali si riuniscono in un grosso tronco situato lungo la faccia inferiore della colonna vertebrale. Questo tronco o l'aorta conduce agli organi per mezzo di numerose ramificazioni il sangue necessario alla nutrizione. La maggior parte delle vene che ritornano dagli organi formano la vena cava superiore ed inferiore che si aprono nell'orecchietta semplice. Le vene dello stomaco, del canale intestinale e della milza, come anche in molti pesci, giusta le ricerche di Rathke, quelle delle parti genitali e della vescica natatoria, conducono il sangue al fegato.

La circolazione è meno rapida che nei mammiferi e negli uccelli, giacchè il cuore si contrae venti a trenta volte per minuto. Secondo le osservazioni di Fontana, il cuore dell'anguilla batte ventiquattro volte, e due o tre soltanto allorchè l'animale è spossato dalla fame.

Vi sono due circolazioni nei molluschi, una negli organi respiratorj, e l'altra nel corpo. La prima è sostenuta da un cuore, e la seconda effettuata da vasi. Il cuore è generalmente formato da un'orecchietta e da un ventricolo. La sua situazione varia secondo la disposizione degli organi respiratorj. Quando questi son situati ai due lati del corpo, il cuore occupa la linea mediana di esso, come nei generi *scyllaea, tethys, tritonia* ed altri. Se essi non esistono che in un sol lato, in questo si trova il cuore. Nei gasteropodi a conchiglia spirale, il cuore ha una situazione opposta alla direzione del corpo. Il sangue ricondotto dagli organi respiratorj per mezzo delle vene, scorre nell'orecchietta, d'onde passa nel ventricolo, che lo diffonde nel corpo mediante le ramificazioni dell'aorta. Esso assomiglia di poi a diversi organi nei tronchi venosi del corpo, che si ramificano di nuovo a guisa di arterie nell' apparato della respirazione (1). Del resto il sistema vascolare sanguigno offre alcune particolarità nelle differenti sezioni dei molluschi. Anche i cefalopodi non hanno orecchietta, ed in essi, alla conversione delle due branche della vena del corpo in arterie branchiali da ciascun lato, si trova

(1) *Anche* Swammerdam *l'ha riconosciuto per la prima volta nel genere* limax (Bibl. Naturae, tab. 5, fig. 4 e 5). *La stessa cosa ha luogo nei molluschi acefali secondo* Bojanus (Veber die Athmenund Kreislaufswerkzeuge derz weischalige Muscheln, Jena 1821). (A)

un cuore particolare destinato ad effettuare il movimento del sangue nelle branche (1). In taluni acefali, per esempio nel genere *arca* e *pinna*, il ventricolo è diviso in due segmenti, da ciascuno dei quali nasce un'aorta, ciò che ha luogo anche nei *teredini*, secondo Home. Gli acefali nudi ed il genere *lingula* son privi di orecchiette. Gli acefali a conchiglia, e tra i gasteropodi quelli dei generi *patella* ed *haliotis*, hanno al contrario due orecchiette che ricevono il sangue delle branche e lo fan passare nel ventricolo.

La circolazione si eseguisce lentamente nei molluschi. Gaspard ha visto il cuore di una lumaca di vigna battere nella estate venticinque a ventotto volte per minuto. Quello di un dattero di acqua stagnante si contraeva, secondo Pfeiffer, quindici volte per minuto. Del resto la vivacità dei movimenti del cuore è variabilissima, a norma della temperatura, dell'aria, o dell' acqua ove vivono questi animali.

La circolazione del sangue nei crostacei era già conosciuta da Harvey e da Willis. Il primo avea visto i movimenti del cuore in una schilla, ed il secondo ha figurato il cuore ed i vasi di un gambero ordinario. Il cuore dei crostacei decapodi, che Roesel anche ha descritto, è situato sotto lo scudo dorsale dietro lo stomaco: questo è un cuore aortico. Ecco come si effettua la circolazione giusta le osservazioni di Audouin e di Milne Edwards. Il sangue esce da sei vasi del cuore ch'è voluminoso e provveduto di picciole pareti muscolari. Tre di questi vasi lo conducono alle parti anteriori del corpo, agli occhi, alle antenne ec., altri due lo recano al fegato, e l'ultimo, cioè l'aorta, ch'è di grosso calibro, percorre il petto ed il ventre, d'onde manda branche alle membra. Le vene che hanno pareti estremamente picciole (2) si riuniscono in uno o due tronchi o serbatoj rinchiusi nei pezzi calcarei del torace. Da questi tronchi nascono i vasi che si portano alle branche. Questi vasi che conducono il sangue agli organi branchiali per conseguenza fan le veci di arterie e si ramificano nelle lamine branchiali. Alcune branche partono da altre vene che si aprono nel cuore. All'imboccatura dei due principali tronchi venosi trovansi talune valvole che impediscono la retrocessione del sangue durante la contrazione del cuore.

Evvi parimenti una circolazione negli altri crostacei. Degeer ed O. F. Muller hanno osservata una doppia corrente in senso opposto nelle antenne e nelle zampe delle schille. Schaeffer ha visto nel *limulus lacustris* un canale cardiaco che si contraeva e dilatava alternativamente. Jurine il giovine è stato testimone della circolazione sanguigna nell'*argulus foliaceus*. Egli e Ramdohr han rinvenuto nelle *dafni* un canale cardiaco che vivamente si movea. Da ultimo G. R. Treviranus ha trovato anche un simile canale negli *oniscus*, negli *armadilli* e nelle *idotee*. Il sangue, come nei crostacei decapodi, sembrava portarsi dal cuore agli organi, e ritornare da questi al cuore per via delle branche.

Negli aragnei, nei ragni, nei falangi e negli scorpioni Cuvier, G. F. Meckel e G. R. Treviranus (3) han riconosciuto un sistema vascolare addetto al movimento del succo nutritivo. Il cuore attraversa il corpo sotto forma di sacco allungato, stretto alle due estremità ed è provveduto di uno strato picciolo di fibre muscolari circolarmente disposte. Da questo sacco partono alcuni vasi che si distribuiscono nel corpo e negli organi respiratori. Durante la vita esso alternativamente si contrae e si dilata. Nell'atto della sua dilatazione probabilmente riceve il sangue dagli organi respiratori, e per la sua contrazione invia questo liquido alle diverse parti del corpo. Forse i vasi nel ritornare dagli organi si ramificano nell'apparecchio respiratorio come nei crostacei. Leeu-

(1) *Figurato da* Swammerdam *(Loç.* cit., tav. 32, fig. 1). *Dono la* sepia officinalis, *Monros.* (Pysiologie der Fiche tav. 31, fig. 1, 2) *Cuvier* (Memoires pour servir a l'histoire et à l'anatomie des Mollusques, tav. 2, fig. 3, *ed Home* Philor. Transact. 1817. (A)

(2) *Lund* (Isis, 1825). *Lib.* 5, *p.* 503 *si è ingannato negando l'esistenza delle vene nei crostacei. G. R. Treviranus ha frattanto fatto delle obbiezioni su questo proposito.* (Zeitschrift puer Physiologie, t. II, p. 152. (A)

(3) *Egli descrive il canale cardiaco ed i suoi vasi nell'*aranea domestica, atrox (Veber den innorn Bau der Arachniden. *Nuremberga*, 1824, *p.* 28, *t.* 3, *fig.* 28, 30) e diadema (Vermischte Schriften *t.* 1, *pag.* 13, *tav.* 1, *fig.* 1) *lo scorpione (prima opera, p.* 9, *t.* 1, *fig.* 4) *ed i* falangi *(ultima opera, t.* 1, *p.* 31, *t.* 3, *fig.* 16, 18.) (A)

wenhoek, Baker e Degeer coll'ajuto del microscopio hanno osservata una corrente di sangue in due opposte direzioni, come se avesse percorso arterie e vene nelle parti trasparenti dei ragni.

Negl'insetti evvi pure un movimento circolatorio di umori. Malpighi la prima volta ha osservato nel baco da seta, non che in altri bruchi e farfalle, un canale disteso lungo il corpo sotto la pelle del dorso, ripieno di un liquido ed agitato da energiche pulsazioni, ch'egli chiamava cuore. Swammerdam e Lyonnet si son convinti della esistenza dell'accennato canale; ma siccome eglino non poterono discoprire ramificazioni che da esso partissero e si distribuissero nel corpo, furon dubbiosi a prenderlo per cuore. Cuvier, Marcel, Serres, G. F. Meckel, Herold ed altri, neanche hanno avuto la sorte di riescirvi. G. Mueller ha osservato che il vaso dorsale inviava delle branche alla testa e ad un gran numero di filamenti delicati ed incavati nei tubi ovarii. Sebbene questo vaso, nella sua situazione, disposizione, manifestazioni di vita abbia la più grande analogia col cuore dei crostacei e degli aragnei, i fisiologi tuttavia non crederono attribuirgliene le funzioni.

Movimenti di umori nelle diverse parti del corpo degl'insetti sono stati osservati mercè il microscopio da un anonimo, da Nitzsch, Gruithuisen (1), Ehrenbesg ed Hemprich (2). Carus (3) la prima volta ha dimostrato una completa circolazione, che partiva dal vaso dorsale e ritornava nello stesso. Egli ha osservato, nelle parti trasparenti delle lamine di libellule e di efemeri, una corrente arteriosa periferica ed un'altra venosa efferente, ed ha riconosciuto l'inflessione ed il passaggio immediato dei globetti sanguigni dall'uno all'altro. Il moto della massa degli umori si effettua senza interruzione, ma nondimeno con velocità manifestamente accelerata per via di scosse, partendo dal vaso dorsale. Il liquido spinto dalle contrazioni di questo vaso e condotto per le branche alla testa, alle antenne, ed alle membra. Le correnti arteriose più minute si convertono in correnti venose, e queste versano l'umore che contengono in un vaso situato alla superficie ventrale, che verso la parte posteriore del corpo si unisce al vaso dorsale o canale cardiaco. Per conseguenza sembra che il succo preparato cogli alimenti nel tubo intestinale giunga per vie incognite nel canale cardiaco, donde esso è condotto alle diverse parti ove serve ai bisogni della nutrizione. L'aria condotta agli organi medesimi per via delle trachee comunica senza dubbio al liquido nutritizio più grosso le qualità necessarie affinchè esso possa combinarsi colle parti solide nell'atto della nutrizione. Il residuo del succo nutritizio sembra ritornare al canale cardiaco.

Le pulsazioni del cuore degl'insetti han luogo con diversa rapidità. Dietro le osservazioni di Herold il vaso dorsale batte con maggior celerità nelle giovani larve che nelle adulte. Parimente egli ha notato quarantasei a quarantotto pulsazioni per minuto nei bachi da seta, dopo la prima muda ad una temperatura di 22, 50 gradi C., e trentasei soltanto nelle larve adulte. Le pulsazioni sono moltopiù rapide e più vivaci al caldo che al freddo.

Sebbene negli anelidi vi sia un sistema vascolare che contenga un liquido rosso coagulabile e mobile sotto forma di correnti, la disposizione di questo sistema non è ancora perfettamente conosciuta, malgrado le ricerche fatte sopra diverse specie di vermini da Cuvier, Viviani, Thomas, Spix, Home, Kunzmann, Bojanus e Leo. Questi naturalisti convengono sopra un sol punto, cioè che il sangue si muove in parecchi tronchi vascolari i quali attraversano il corpo, e si anastomizzano insieme senza che vi sia una cavità muscolosa particolare simile al cuore. Nella sanguisuga, quello di tutti gli anelidi il cui sistema vascolare è stato meglio studiato, tre tronchi, uno mediano e gli altri due laterali, percorrono il corpo longitudinalmente. A ciascun anello del corpo i

(1) Salzburgo Med. Chir. Zeitung, 1818, *num.* 92. *Egli ha osservato la circolazione nelle larve d'insetti acquatici.* (A)

(2) Humboldt. Bericht veber die naturhistorische Reise der Herrn Ehrenberg und Hemprich, *p.* 22. *Eglino hanno osservato il moto del sangue nelle ali di una specie di* mantis. (A)

(3) Entdeckung eines einfachen vom Herzen aus beschleunigten Blutkreislaufes in den Larven netzflueglicher Insekten. *Lipsia,* 1827, *in* 4. *Egli ha osservato ancora una circolazione del succo nutritivo nelle elitri di alcuni coleotteri e specialmente dei lampiri.* (A)

tronchi laterali comunicano non solo tra loro, ma anche col medio per mezzo dei vasi anastomizzati.. Giusta le osservazioni microscopiche di G. Mueller la circolazione si effettua nel seguente modo: in un tempo uno dei tronchi laterali ed il medio, non che i vasi anastomizzati compresi tra loro, son pieni di sangue, mentre l'altro tronco laterale e le sue branche son vuoti e ristretti. Nel momento che segue, questo ultimo appare ripieno e l'altro vuoto. Durante la contrazione di uno dei tronchi laterali il sangue passa all'altro lato, attraversando i vasi intermedj, e nel secondo tempo ritorna dal lato onde era partito. Intanto la contrazione e la corrente cominciano indietro e si avanzano poco a poco in avanti con moto ondulatorio. Il tronco laterale ed il mediano si vuotano dunque prima in dietro, ed il tronco che precedentemente era vuoto comincia a riempirsi dalla sua parte anteriore. Dopo ciò negli anelidi tra la pelle destinata alla respirazione e le altre parti del corpo non vi è che una circolazione effettuata da vasi.

I raggiati, come le *asterie*, i *ricci* di mare e le *oloturie*, son forniti di un sistema vascolare in cui circola un liquido, e termina soltanto nel canale alimentario ed agli ovarj (1). Nelle stelle di mare numerose vene formate di sottilissime pareti, provenienti dallo stomaco, dalle appendici cecali e dagli ovarj, si riuniscono in un sol tronco. Questo si dilata al pari di un cuore e poscia si ramifica a guisa di arterie. Nei ricci di mare, nei due lati delle circonvoluzioni del tubo intestinale, trovansi due tronchi vascolari, dei quali l'esteriore sembra una vena, e l'interno un'arteria. Questi due tronchi comunicano insieme per mezzo di una cavità analoga ad un cuore, o mediante le loro più sottili ramificazioni. Il canale intestinale delle oloturie presenta un tronco arterioso ed un altro venoso, uniti insieme tanto per mezzo delle loro più delicate ramificazioni che mercè una gran rete vascolare distesa sopra una delle branche dell'organo respiratorio.

Oltre siffatto sistema vascolare nei raggiati n'esiste ancora un altro di specie particolare, che ha relazione coll'esercizio della locomozione. Questo sistema è composto di vasi i quali, partendo da un canale situato attorno alla bocca, si spandono a guisa di raggi sulla interna superficie della pelle, come nelle oloturie, oppure si dirigono all'inviluppo cretaceo, come nei ricci di mare e nelle asterie. Questi vasi si aprono nei tentacoli cavi e nelle loro dilatazioni vescicolari. Essi contengono un umore limpido il quale, durante i movimenti dell'animale, si spande nei tentacoli che si gonfiano e raddrizzano. Quando l'animale ritira i suoi tentacoli, la contrazione delle muscolose pareti di essi fa rientrare il liquido nei vasi. Il fluido contenuto in questo sistema vascolare non è dunque agitato da un movimento circolatorio, ed esso non fa altro che scorrere di dentro in fuori, poscia di fuori in dentro (2). Questo liquido, che probabilmente è tratto dal sangue, sembra che serva ad un tempo alla nutrizione della pelle, dell'inviluppo cretaceo e degli organi locomotori.

2. *Movimento del succo nutritizio nei vegetabili.*

Uno dei pochi articoli in Botanica su cui si sono agitate immense quistioni è il moto dell'umore nutritizio nei vegetabili. In un punto solo convennero i botanici, ammettendo che l'umore assorbito dalle radici ascenda nelle foglie, e che ivi il medesimo acquisti, mediante l'influenza della luce, del calorico e dell'aria, le qualità necessarie per poter servire alla nutrizione. Il punto che fin oggi non si è determinato si è, se esista una corrente retrograda dalle foglie verso le diverse parti, ed in quali organi essa si effettua. Grew e Malpighi, fondatori della fisiologia vegetale, appoggiandosi all'analogia delle piante cogli animali, han congetturato effettuarsi nelle medesime un moto del succo nutritivo simile alla circolazione del sangue. Malpighi opinava che l'umore asceso alle foglie è assimilato mediante l'evaporizzazione delle sue parti acquose, e che esso ritorna poi per mezzo dei vasi particolari che lo conducono nei diversi organi dei

(1) *Tiedemann* Anatomie der Roehren-Holothurie, des pomerans-fabrigen Seesterns und Stein-Seeigels. *Landshut,* 1816, *in fol. Il sistema vascolare sanguigno dell'oloturia è rappresentato tav.* 3, *quello dell'asteria tav.* 8, *e quello del riccio tav.* 10, fig. 1. (A)

(2) *Questo sistema vascolare dell'oloturia è rappresentato nella t.* 2, *fig.* 4; *quello dell'asteria, tav.* 8, *e quello del riccio di mare t.* 10, *fig.* 2 *e* 3. (A)

vegetabili, al cui accrescimento è destinato Major, Perrault, Parent, Mariotte, Delabaisse, Duhamel, Van Marum, Carradori ed altri, appoggiarono l'ipotesi di una circolazione nelle piante. Altri fisiologi, anche assai autorevoli, Dodart, Magnol, Hales, Duclos, Bonnet ec. rifiutarono questa idea e non ammisero che una fluttuazione ascendente e discendente del succo ne'medesimi vasi.

In questi ultimi tempi, Knight ha sostenuto con calore l'opinione della esistenza di una corrente di succo vegetale dalle foglie verso le parti (1). Dopo questo suo opinare poggiato sopra esperienze, l'umore che ascende nelle foglie attraversando il tenero legno degli alberi, in virtù dell'evaporamento delle sue particelle acquose, diventa più carico di materie combustibili, e scorre dipoi per mezzo di vasi particolari dei picciuoli nello strato interno della corteccia e nell'alburno, d'onde si distribuisce al tronco ed alla radice, ove abbisogna all'accrescimento. Porzione dell'umore nutricante si accumula nell'alburno al finir della estate, ed insieme col succo che nella primavera ascende dalle radici, contribuisce allo sviluppo delle novelle foglie e dei fiori. In appoggio della sua opinione Knight riferisce l'esperienze seguenti. Se fassi sopra un albero tenero una legatura che penetri nella scorza, l'albero cresce maggiormente al disopra che al di sotto della legatura. Lo stesso effetto ha luogo allorchè si praticano due incisioni circolari attorno al tronco, distaccandone la porzione di scorza compresa colle medesime. Inoltre Knight ha dimostrato che le radici, giusta le osservazioni di altri fisici ancora, specialmente di Duhamel, crescono in lunghezza per le loro più delicate ramificazioni, ciò che fa supporre la discesa dell'umore. Queste ed altre molte esperienze l'han determinato ad ammettere il ritorno del succo dalle foglie al tronco. Bell ed altri han procurato parimente di provare l'accennato moto retrogrado del succo vegetale.

Col microscopio osservasi il moto del succo nutritizio nelle piante. Le parti trasparenti delle conferve fan rilevare alcuni grani o globetti verdi che si muovono, al pari che gli hanno osservati Ingenhouss, Vaucher, Girod-Chantras e L. C. Treviranus. B. Corti è stato il primo a riconoscere in una pianta acquatica, (probabilmente la *caulinia fragilis* Willd.) un liquido contenente dei globetti che producevano delle regolari correnti ascendenti e discendenti. Questo liquido si movea negl'internodi separati da sepimenti, ove esso sembrava rinchiuso nei vasi: da un lato ascendeva fino al nodo o rigonfiamento, poscia ritornava in dietro e discendeva dall'altro lato, per ascender di nuovo. Corti assicura di aver osservato simili movimenti in molte altre piante acquatiche e terrestri, nel *crescione*, nelle foglie della *sagittaria*, ed in diverse cucurbitacee. Fontana ha confermate le osservazioni da lui raccolte, L. C. Treviranus ha veduto parimenti negli otricciuoli degl'internodi delle care *(chara flexilis, vulgaris et hispida)* il movimento circolare, ascendente e discendente di un liquido che contiene alcuni grani verdi. Un movimento simile del succo vegetale è stato osservato non solamente nelle care da Gozzi, (2) ma da Amici, Schultz, Kaulfuss, e G. G. Bischoff (3).

(1) *La doppia corrente di umori, della quale fassi parola, è oggigiorno riconosciuta da Fitofisiologisti mercè esperienze decisive, e specialmente del sig. Dutrochet. Accumulandosi l'umore nell'alburno alla fine della estate nelle piante dicotiledoni fruticose ed arboree, esso rendesi concrescibile, alquanto plastico ed organizzabile, e così dà luogo alla formazione delle novelle gemme, le quali, dopo che sono sviluppate lentamente durante la stagione invernale, alla vegnente primavera, mediante la corrente ascendente di fluido e l'influenza del calorico, della luce, dell'elettricità, si fan turgide e si aprono, presentando foglie e fiori. In tal guisa si dà ragione della formazione e del germogliamento delle gemme.* Il Trad.

(2) *Giornale di Fisica* 1819, *t.* 1, *p.* 199. *Egli dice di aver osservato che l'ascensione e la discesa del succo persistono in ciascuna parte dopo la legatura negl'internodi.* (A)

(3) Die Charen und Equiseten, *Nuremberga,* 1828, *p.* 17. *Bischoff ha avuto la compiacenza di mostrarmi il moto del succo nella* chara hispida, *nelle* nitelle *di Agardh e nelle cellule della* vallisneria *e dell'*hydrocharis *di Meyen. Il calorico accelera questo movimento, il freddo lo rallenta, e termina coll'arrestarlo interamente. I liquidi acidi la cui azione si esercita sulle piante, lo sospendono parimenti. Quando l'accrescimento del vegetabile progredisce bene, il succo si muove con più*

Schultz (1) ha riconosciuto il moto del succo nutritivo nelle piante di più completa organizzazione o piante vascolari propriamente dette, e specialmente nella celidonia maggiore, nel *rhus typhinum*, nell' angelica, nel fico, nel gelso ec. Dalle sue microscopiche osservazioni risulta che l'umore dalle radici arrivato nelle foglie, nelle quali si converte in succo nutritivo per l' azione dell'aria, passa nei vasi addetti alla nutrizione, mediante le numerose anastomosi esistenti nelle più delicate reticelle delle foglie, e poscia esso, attraversando il picciuolo, è condotto nella scorza dei rami, delle branche e del tronco. I vasi si anastomizzano frequentemente nella corteccia, e si spandono nella scorza, nell'alburno e nel legno, non che nelle radici, parti alle quali essi conducono il liquido nutritizio propriamente detto e che serve all'accrescimento. Schultz pretende che il succo, una volta partito dalle foglie, non viene più nelle stesse ricondotto. Savi dice di aver osservato un movimento simile nel succo vegetale. Meyen l'ha osservato benanche nella *musa*, *zea*, *canna*, *marantha*, *arum*, *calla*, *campanula*, *papaver*, *chelidonium*, *rhus*, *ficus* ed altre piante.

Se queste osservazioni sono esatte, ben ne risulta che, nelle piante, un muovimento del succo si effettua attraverso l'intero vegetabile in vasi di diversa specie, ed in due sensi opposti, dalle radici alle foglie e da queste alle diverse parti della pianta. Nulladimeno le due specie di vasi non sono talmente unite insieme, che il succo vegetale, al pari che il sangue degli animali, muovasi in canali circolarmente chiusi. Il sistema vascolare delle piante differisce ancora da quello degli animali, perchè in esso non esiste alcun tronco vascolare, alcun organo che effettua il moto del liquido, un cuore o qualche parte che ne faccia le veci. Inoltre per la maggior parte degli animali vi sono doppie correnti di sangue nelle arterie e nelle vene attraverso gli organi respiratorj ed il corpo intero, ed i tronchi ramificati delle arterie e delle vene si riuniscono in cerchi fissi, giacchè essi sono uniti insieme tanto mercè i più sottili tra i vasi, che per i tronchi medesimi, ultima comunicazione che ha luogo quasi sempre per mezzo delle cavità del cuore. Al contrario nei vegetabili non s'incontrano che correnti di succo nelle ramificazioni vascolari numerosissime, analoghe ai vasi capillari degli animali e senza tronchi che degenerano gli uni negli altri. I vasi che conducono il succo dalle radici alle foglie per mezzo del tronco, e da quelle alle parti, sono uniti insieme nelle foglie per mezzo di anastomosi, ma non formano vie circolari propriamente dette, e chiuse da tutte le parti. Per conseguenza anche le parti ed i tessuti che entrano nella composizione di una pianta sono meno direttamente riuniti dal sistema vascolare, ed il movimento del succo è meno concentrato in un sol tutto organico, come vedesi negli animali, le cui parti sono più intimamente unite mediante la connessione dei tronchi vascolari con i cuori specialmente destinati a sostenere il movimento del sangue, la cui esistenza sembra che agevoli le manifestazioni di azione di quest'organo. Certa cosa è che da ciò dipende in parte che il carattere dell' indivisibilità organica è più cospicuo negli animali che nelle piante. Mentre negli animali provveduti di sistema vascolare sanguigno completo e di un cuore, le parti distaccate dal loro corpo muojono, perchè il moto del sangue, ch'è la condizione della loro vita, trovasi soppresso nelle stesse, le parti separate di una pianta possono continuare a vivere, perchè il movimento del succo che presiede alla loro nutrizione non è affatto così concentrato, nè dipende da un organo centrale, come negli animali (2).

Il succo che i vasi addetti alla nutrizione riconducono dalle foglie e trasportano alle parti sembra differire per le sue proprietà dall'umore che ascende dalle radici

rapidità. *Non si è ancora osservato che esso dalle radici giugne negl'internodi, nè che passi da un intermedio all'altro attraversando il tramezzo. Probabilmente la sola parte più tenue di questo succo traversa i tramezzi trasversali, e soltanto negl'intervalli di questi essa prende la forma globulosa.* (A)

(1) Ueber den Kreislauf des Safts im Schaellkraut und in mehreren andern Pflanzen, *Berlino*, 1812, *in* 8. Nachtraege uber die cirkulation des Safts in den Pflanzen. *Berlino*, 1824. Die Natur der lebendigen Pflanz, t. 1, p. 567. Schultz *ha fatto osservare a me ed a Decandolle il moto del succo vegetale nelle foglie del fico.* (A)

(2) *Dall'esposto apparisce quanto è differente la circolazione dei vegetabili da quella degli animali, tra le quali non si rileva la menoma analogia.* Il Trad.

alle foglie. Esso rappresenta il succo proprio attribuito alle piante da Malpighi, che lo paragonava al sangue degli animali, e lo risguardava come il liquido nutritivo delle piante propriamente detto. La maggior parte dei fisici, e recentissimamente ancora L. C. Treviranus, ha veduto in esso un liquido secretore versato nelle areole particolari del tessuto cellulare. G. R. Treviranus ha chiamato *succo plastico* dei vegetabili un liquido particolare che differisce dagli altri umori vegetali pel suo colorito e consistenza. Schultz lo distingue del pari dai sughi separati in taluni spazj e gli dà il nome di succo *vitale*, perchè essendo impiegato alla nutrizione delle piante, esso sostiene perciò la loro vita. Questo umore sarebbe dunque paragonabile al sangue arterioso che ritorna dagli organi respiratorj degli animali per portarsi nelle diverse parti del corpo, ed al pari di esso, in ragione della sua completa assimilazione, sembra essere destinato alla nutrizione ed all'accrescimento delle piante.

Il liquido nutritivo, ovvero il succo plastico, differisce dall'umore che ascende alle foglie e ch'è quasi sempre limpido, da che esso ha colore diverso, maggior consistenza e peso specifico, contiene alcuni globetti, ed ha la proprietà di coagularsi, eminentemente. Del resto il medesimo effetto offre per gran numero di differenze nelle diverse famiglie, generi e specie di vegetabili. Quanto al colorito, esso è bianco o latticinoso nelle *asclepiadee*, nell'*euforbiacee*, nelle *campanulacee (campanula lobelia, phyteuma)*; nelle *cicoriacee (lactuca, scorzonera, leontodon, cichorium*, etc.); nei generi *rhus, morus, ficus, papaver, carica, galactodendrum ec.*: giallo in differenti gradi nei generi *chelidonium, aenanthe, aloe, ornithogalum ec.*; rosso nella *sanguinaria, bocconia* ec. Relativamente alla sua composizione ed agli elementi che vi predominano, esso offre benanche molte differenze. Il medesimo è ricolmo di zucchero nella canna a zucchero, nel granone, nella carota, nella barbabietola: contiene molto muceo vegetale nelle malvacee; vi si trova una gran quantità di albumina vegetale nella *carica, hevaea caoutchouc, galactodendrum trichotomum, jatropha elastica ec.* Quello della quercia e del sommacco contiene del tannino, quello delle conifere delle sostanze resinose, balsamiche e terebintacee. In questo succo sembrano contenersi benanche i principj narcotici ed acri appartenenti a diversi vegetabili, e parimenti gli alcali o basi salificabili vegetali (1).

Il succo nutritivo differisce principalmente dall'umore detto *sevo* per la presenza dei globetti. Fontana ha visto questi globetti col microscopio nel succo latticinoso del *rhus toxicodendron* e li paragonò a quelli del sangue. Rafn ha riconosciuto dei globetti nel succo dell'enforbio, nel banano, nella celidonia maggiore, nella *potentilla anserina ec.* G. R. Treviranus ha dimostrato la loro esistenza in quello del *rhus cotinus* e *vinca major.* Schultz gli ha osservati nel succo della celidonia e di altre piante. L. C. Treviranus ha rilevata la struttura granosa del succo del *Chelidonium, Leontodon, Bocconia frutescens, Lobelia longiflora, Rhus typhinum ec.* Egli è probabile che siffatti globetti sieno composti di grani di fecole.

Se i fisiologi han diversa opinione in ordine al moto del succo vegetale ed agli spazj nei quali lo stesso ha luogo, eglino lo sono anche di più intorno alle cagioni e alle forze donde esso ha origine. Malgrado le esperienze e le osservazioni fatte da uomini di merito, queste cause non sono ancora conosciute. Relativamente alle stesse si sono fatte diverse congetture. Alcuni botanici fan muovere il succo per opera dell'attrazione capillare dei vasi. Altri attribuiscono a questi ultimi una contrattilità vitale e ad un tempo una irritabilità, che li renda suscettibili di alternative contrazioni e dilatazioni. Altri ancora ripongono la cagione del moto del succo nel succo medesimo, e nella sua proprietà di muoversi mediante una forza propria, sotto l'influenza degli stimoli esterni. Esaminiamo rapidamente queste diverse opinioni.

La maggior parte degli antichi fisici, Grew, Mariatte, Delahire, Tournefort ed altri, i quali facevano dipendere l'assorbimento dei liquidi dall'attrazione capillare esercitata dalle radici, riguardavano la capillarità dei vasi come la cagione motrice

(1) *Al sugo in disamina, che va sottoposto a cangiamenti nei tessuti organici che percorre e sovente dà luogo a separazioni, son dovute le qualità sensibili svariate delle piante, come colore, sapore, odore: qualità che son diverse a seconda dei generi, specie, famiglie delle piante e degli organi diversi che compongono il vegetabile.* Il Trad.

del succo. Sebbene non si possa sconvenire che i vasi contenenti il succo delle piante in virtù della loro struttura analoga a quella dei tubi capillari, sembrassero propri a far ascendere questo succo fino ad una certa altezza, giacchè anche le parti vegetali morte esercitano un'attrazione sui liquidi, gli assorbono e li fanno progredire in esse, non di meno l'attrazione capillare non dà una spiegazione soddisfacente dell'ascensione e del movimento del succo. Van Marum ha dimostrato per via di calcoli che il succo non può ascendere che fino all'altezza di otto pollici in forza della sola capillarità. Le esperienze di Hales (1), Wolker (2), ed altri han provato benanche che il suo movimento si effettua in primavera con troppa velocità e forza, perchè si possa riguardare qual semplice effetto dell'attrazione capillare, come Knight ha fatto giudiziosamente osservare. D'altronde egli non è facile di conciliare colla capillarità l'influenza della luce, del calore e di altri stimoli esterni che accelerano il moto del succo vegetale. Da ultimo dopo la teorica che Laplace ha dato di questo fenomeno, il succo che ascende nelle piante non dovrebbe scorrere da un'apertura fatta nei vasi, ciò che nondimeno avviene. Questi fatti ci obbligano a rifiutare la teorica che spiega il moto del succo vegetale per opera dell'attrazione capillare (3).

Alcuni fisiologi moderni, Sanssure, Brugmans e Coulon, Decandolle, Carradori ed altri cercano la cagione del movimento del succo vegetale in una facoltà contrattile vivente, inerente alle pareti dei vasi, ed analoga all'irritabilità muscolare, se anche non identica alla stessa. Il succo assorbito dalle radici, secondo loro, eccita i vasi a contrarsi, ciò che lo spinge in avanti. Brugmans e Coulon adducono in favore di questa teorica delle esperienze relative all'azione, che le sostanze astringenti esercitano sui vegetabili feriti. I medesimi pretendono che lo scolo del succo vien soppresso dall'applicazione di una soluzione di vetriuolo di marte o di allume sopra una ferita fatta ad una pianta, per esempio ad un'euforbia, ciò che sembra annunziare uno stringimento operato in questa ultima. Frattanto Van Marum, Link e L. C. Treviranus nel ripeterne l'esperienza, non hanno affatto osservato tale effetto delle sostanze astringenti. Carradori dice aver osservato un alto grado d'irritabilità nella lattuga comune all'epoca della sua fioritura. Basterebbe toccare leggermente col dito le piccole foglie cadenti inserite lungo il fusto o i calici per vedere stillare un succo latticinoso, dietro l'irritazione, dai punti che avevano sofferto il contatto. L. C. Treviranus, il quale ha osservato un fenomeno simile sul calice delle lattughe, attribuisce anche ai serbatoj del succo latticinoso l'irritabilità, ch'è più manifesta nelle parti giovani che in quelle di avanzata età, che si appalesa più al caldo che al freddo, e che vien posta in moto dal contatto, dalla rottura parziale e da altri analoghi stimoli.

Egli è probabilissimo che le pareti degli spazj ove è contenuto il succo, concorrono, come negli animali, al movimento di questo liquido, sebbene non si osservino giammai, anche mercè il microscopio, contrazioni simiglianti a quelle dei muscoli vivi. D'altronde la disposizione e la natura dei vasi contenuti nel legno e nella corteccia sembrano di non permettere le stesse contrazioni e dilatazioni che nei muscoli dotati di vita. Se i vasi delle piante sono in realtà dotati di una facoltà contrattile vivente, questa probabilmente non è analoga se non alla contrattilità organica o alla tonicità che nel tessuto cellulare, nelle pareti delle arterie, delle vene, dei linfatici, non che nelle diverse membrane degli animali, manifestasi in talune circostanze, mediante una debole contrazione, senza essere frattanto identica all'irritabilità muscolare. Dietro la giudiziosa osservazione di Van Marum si può osservare, in favore di una facoltà contrattile vivente dovuta ai vasi delle piante, lo scolo abbondante del succo latticinoso per la parte superiore di un fusto di euforbia o

(1) Vegetab. Statik. V. I. p. 105. — *Hales ha trovato che la forza del succo ascendente in un piede di vite tagliato in primavera equilibrava una colonna di mercurio alta 33 pollici.* (A)

(2) Trans of the Edimburg Society, t. 1, p. 7. — *Il moto del succo nelle piante giovani è molto più celere che nei vegetabili annosi.* (A)

(3) *L'opinione dei fisiologi che riconoscono per cagione del moto del sugo l'attrazione capillare rimane confutata col riflettere che appena poco fluido può rientrare nelle boccucce estreme dei vasellini. Ciò posto si domanda come il sugo è spinto nel corso suo?* Il Trad.

di una foglia, sia di fico, sia di gelso, che tengasi in situazione verticale dopo averla tagliata a traverso. Se i vasi conservassero lo stesso diametro che aveano prima, non si conoscerebbe perchè escisse il succo. Questo esito ha analogia con quello della linfa attraverso una puntura fatta ad un vaso linfatico o a quello del sangue di una ferita fatta ad una vena quando l'apertura trovasi praticata in alto, e quando i liquidi sboccano contro il loro proprio peso.

I fisiologi che cercano la cagione del movimento del succo vegetale nel succo medesimo ammettono l'influenza di agenti esterni su di esso che l'obbligano ad ascendere dalle radici o gli attribuiscono una facoltà motrice tutta propria. I primi, fra i quali si annovera Malipighi, ed in parte anche Grew, Delahire, Linneo, Hales, Bonnet, Dupetit-Thouars ed altri, opinano che il succo, assorbito in forza dell'attrazione capillare, è dilatato o anche evaporizzato dal calorico esterno che agisce sulle piante, e che ascende alle foglie dopo questa dilatazione. Mustel pretende che i vasi sien distesi dal calorico, e che il succo si precipiti nel vuoto che ne risulta. Supponendo che il moto di ascensione del succo dalle radici alle foglie si effettua realmente in tal maniera, ciò che non è affatto provato, non si può in niun modo spiegare così il suo movimento discendente partendo dalle foglie, che la sua distribuzione nel corpo dei vegetabili per servire alla nutrizione.

Alcuni fisiologi attribuiscono al succo medesimo o piuttosto ai suoi globetti una facoltà motrice propria, e riguardano il moto che esso esercita come una manifestazione vitale a sè inerente. Kielmeyer il primo ha supposta l'esistenza di una forza simile nell' umore dei vegetabili al pari che nel sangue. G. R. Treviranus ha osservato dei movimenti nel succo di alcune piante. Contemplando col microscopio il succo latticinoso che esce dalla sommità di un ramo di *rhus cotinus* o di *vinca major*, egli ha veduto i globetti che vi si contengono eseguire dei lenti movimenti. Schultz dice aver riconosciuto benanche mercè il microscopio che il succo nutritivo che esce dai vasi di una pianta vivente è composto di particelle che si muovono spesso per un minuto secondo anche dopo uscito dai suoi canali. Questo fenomeno ha dunque molta analogia con i movimenti dei globetti del sangue che esce dalle vene di un animale vivente. Schrank (1), Treviranus (2) assicurano frattanto non aver osservato movimenti propri nei succhi vegetali. Ma siccome il microscopio fa vedere i globetti del succo vegetale in movimento tanto negl'internodi delle *care*, delle *caulinie* e delle *nitelle*, che nelle cellule *valisnerie*, per conseguenza qui fuor dei vasi, questa circostanza sembra essere favorevole alla ipotesi del moto proprio attribuito ai globetti medesimi. Questi gocciolano anche in diverse direzioni dai vasi anastomizzati, nei picciuoli delle foglie, senza che finora alcun osservatore sia giunto a vedere delle contrazioni nei vasi.

Chè il moto del succo nei vegetabili dipenda da una facoltà motrice propria ed inerente a sè, che esso risulti dalla vivace contrazione delle pareti vascolari dotate di una facoltà analoga o simile, sia tonicità, sia irritabilità muscolare, o che forse esso sia l'effetto di queste due cagioni riunite, non potrebbe ignorarsi che il calorico, la luce, l'elettricità, ed altri stimoli esteriori esercitano una grande influenza su di esso. Duhamel ha veduto scorrere l'umore in grande abbondanza in tempo caldo dai fori praticati in alberi, uscirne in minor quantità allorchè l'aria era fresca, e non istillarne affatto in tempo freddo. Il moto dell'umore eseguivasi più lentamente quando il cielo era nuvoloso. Bonnet e Walker hanno riconosciuta egualmente questa influenza delle variazioni della temperatura. Hales colle sue esperienze ha provato, che la rapidità dell'ascensione del succo è in ragione diretta dell'evaporazione, e che il calorico che favorisce questa accelera anche la prima. Le esperienze di Van-Marum, Willdenow, Barton, Humboldt, Coulon, Schnurrer, G. R. Treviranus ed altri in ordine alla influenza dei diversi stimoli sulle piante, han dimostrato anche che l'esterne

(1) Landshut' sche Nebeastunden zur Erweiterung der Naturgeschichte, *Landshut*, 1802, *lib.* 1. *p.* 75. *Egli non ha veduto muovere i corpi esistenti nel succo del* chelidonium majus, glacium, tragopogon picroides e rhus typhinum (A).

(2) Zeitschrift fuer Physiologie *t. II, p.* 147. *Egli non ha veduto movimento nel succo latticinoso dei* leontodon taraxacum, rhus typhinum, chelidonium majus, lobelia longiflora, euphorbia cespitosa *ed altre*.

incitazioni moderate accelerano il moto del succo, mentre le troppo forti lo esauriscono.

La velocità e la direzione della corrente del succo sembrano dipendere principalmente dagli atti di formazione ed accrescimento delle piante e dalle circostanze esterne che influiscono sopra questi atti nel senso che le parti che si formano e si accrescono esercitano una vitale attrazione sul succo. La primavera, in cui la temperatura dell'aria aumenta, l'azione della luce solare diviene più forte e più prolungata, e lo sviluppamento e germogliamento delle gemme foglifere e fiorifere si effettua, è l'epoca nella quale il succo vegetale si muove più rapidamente, e dirigesi più verso la periferia. Dipoi ha luogo negli alberi e negli arbuscelli una corrente di questo stesso succo verso il tronco e le radici; novelli strati legnosi corticali si formano, non che nuove fibre radicali. Nel mese di agosto negli alberi e negli arboscelli dei nostri climi avviene una seconda ascensione del succo meno attiva della prima, ed in questa epoca cominciano a formarsi le gemme da foglie e da fiori per l'anno seguente, ciò che dopo le osservazioni di Th. Saussure e Decandolle (1) non è sensibilmente accelerato nè rallentato dal calore o dal freddo, dall'umidità o dalla secchezza, circostanza per la quale Decandolle conchiuse che le gemme, mediante una forza propria, attirano il succo necessario alla loro formazione. Durante l'inverno il movimento del succo sembra essere totalmente interrotto nelle piante perenni, nel tempo stesso che i fenomeni di formazione sono sospesi nelle medesime, senza risultarne alcun male alla loro esistenza.

Un fatto ben noto favoreggia la dipendenza del movimento del succo dalla formazione e dallo sviluppamento delle parti vegetali. Si sa che un ceppo di vite, che si pone in una stanza riscaldata sviluppa foglie e dà fiori anche nell'inverno, mentre che le gemme del resto del fusto esposto al freddo non germogliano. Bisogna perciò che il succo necessario allo sviluppamento ed all'accrescimento sia attirato dalle gemme sottoposte all'influenza del calore, e dal medesimo rendute doppiamente attive. Le note esperienze sulla distruzione degli alberi provano ancora, che la direzione secondo la quale il succo si muove, dipende dalla influenza della luce e del calorico sulle parti dei vegetabili (2). Quando si mette in terra la corona di un alberetto, e si espongono le sue radici all'aria, al calore, alla luce, i rami e le branche producono radici, mentre le vecchie radici producono foglie e fiori. Qui dunque il moto del succo si eseguisce in direzioni opposte ed inverse, corrispondenti alle influenze esterne, che determinano la formazione e lo sviluppamento delle parti vegetali. Da ultimo è noto che il succo affluisce abbondantemente nelle parti delle piante, in cui stimoli morbiferi provocano formazioni innormali. Ed è perciò che noi vediamo svilupparsi delle galle allorchè talune specie di *cynips* depositano le loro uova nel parenchima delle foglie della quercia, della rosa, del faggio, del salice ec., e che delle escrescenze morbose si appalesano in brevissimo tempo su i punti, ove tali depositi hanno avuto luogo. Da tutto ciò ne consegue, che nelle piante non vi è circolazione propriamente detta come quella degli animali, e che il movimento del succo non è tanto regolare nelle stesse,

(1) Rapport sur une Memorie de Decandolle intitulè Tableau de la nutrition des végétaux, par Chaptal Labillardiere e Cuvier; *nelle Memorie dell'Istituto, t. VIII, p.* 68. *L'autore osserva che l'ascensione dell'umore si effettua al momento in cui le gemme dell'anno seguente cominciano ad apparire, come quella del succo nella primavera al momento in cui le gemme dell'anno tendono a svilupparsi, e sembra che siffatte gemme animate da una forza vitale che ad esse è propria attirano a sè tutto l'umore dalle adiacenze* (A).

(2) *Come lo provano l'esperienze fatte da Leeuwenhoek* (Arc. nat., vol. II, p. 265), *Beal e Tongue* (Phil. trans., n. 43, p. 853), *Perrault* (Oeuvres de physique, t. I, p. 85), *Magnol* (Mém. de Paris, 1709, p. 36), *Hales* (Statique des végétaux), *Duhamel* (Physique des arbres, t. II, p. 310), *ed altri. Frattanto Knight* (Phil. Trans., 1804, P. I, p. 188) *ha osservato che l'accrescimento degli alberi sdrajati a terra è molto più lento di quello degli alberi che hanno conservato la loro naturale situazione. Le piante annuali non possono essere trattate così senza perire, secondo le esperienze di Link* (Zusatz zu Willdenow's Kraeuterkunde, tom. I, p. 388).

quanto in questi ultimi. Il succo formatore si porta principalmente dai numerosi vasi addetti alla nutrizione sparsi nel corpo intero e comunicanti tutti tra loro, verso le parti, delle quali l'influenza degli agenti esterni, della luce e del calorico, esalta l'attività e rende più energica la formazione.

Il movimento del succo nutritivo come proprietà dei corpi viventi.

Un movimento del succo preparato con gli alimenti assimilati, movimento in forza del quale questo succo giugne alle diverse parti e tessuti dei corpi viventi, per servire alla loro formazione, al loro accrescimento ed alla nutrizione, è per conseguenza una proprietà devoluta a tutti i corpi organizzati, e dalla quale dipende la conservazione dei medesimi. Non vi è corpo organizzato che non offra nel suo interno degli spazii contenenti liquidi in movimento. Questo moto non può spiegarsi con i principii della meccanica, e non può considerarsi se non come un fenomeno vitale. Le forze che lo effettuano sono organiche; esse si manifestano tanto nell'umor nutritivo stesso, che nelle pareti degli spazii che lo rinchiudono. La facoltà motrice inerente al medesimo liquido nutritivo sembra appartenere ai suoi elementi di forma organica, ai globetti del succo vegetale e del sangue. Questi globetti eseguiscono alcuni movimenti, la cui direzione è probabilmente determinata dagli atti di formazione e di nutrizione delle parti solide, e dall'attrazione effettuata da questi ultimi. Intanto essi non serbano la facoltà di muoversi anche lungo tempo dopo che sono stati connessi con i corpi viventi. Noi chiamiamo forza *propulsiva*, con Kielmeyer (1), quella forza enigmatica nella sua maniera di agire, della cui esistenza non può punto dubitarsi, e che C. F. Wolff già ammise. Quella che si manifesta nelle pareti degli spazii contenenti i liquidi nei vasi degli animali e probabilmente anche delle piante, per la contrazione ed il ristringimento di questi spazii, qualunque sia la tenuità in cui ciò possa essere, riceverà da noi il nome di *contrattilità organica* o *tenacità*. Nella maggior parte degli animali rinviensi benanche un organo musculoso unito ai tronchi vascolari, il cuore che anche nella lunga durata della vita è dotato della proprietà di contrarsi in forza dell'eccitamento prodotto dal sangue su di esso, e di spingere anche nelle arterie il sangue ricevuto dalle vene durante la sua dilatazione. La forza inerente alla fibra muscolosa del cuore o viene chiamata irritabilità muscolare, ed è quella che negli animali costituisce l'agente principale del moto del sangue, senza il quale movimento non vi è circolazione negli animali di complicata organizzazione, poichè la forza propulsiva dei globetti del sangue e la tonicità delle pareti vascolari non sono in grado da loro stesso di sostenere la progressione del succo nutritivo. Frattanto negli embrioni, fin dalla prima comparsa del sangue, il moto di questo liquido deve essere attribuito immediatamente alla forza propulsiva dei globetti. Negli animali sprovvisti di cuore la circolazione del succo nutritivo è il risultamento della facoltà motrice intrinseca ai globetti sanguigni, e della contrattilità vitale delle pareti vascolari.

CAPITOLO VII.

Della nutrizione.

I corpi non organizzati conservano la loro forma particolare ed il loro special modo di aggregazione, finchè si mantiene l'equilibrio tra le loro parti costitutive, e quando nuove affinità non sieno risvegliate da esterne influenze. Al contrario l'esistenza dei corpi viventi va sottoposta a continui cambiamenti più o meno rapidi nella forma e nella composizione delle loro parti, cambiamenti che dipendono non solo dalla influenza di stimoli esterni su questi corpi i quali provocano novelle affinità, ma anche dal corso che essi seguono nel loro sviluppamento o dalla stessa tendenza della interna attività di cui essi son dotati. Tutti i corpi viventi perdono materiali in forma vaporosa o liquida, e ne attingono altri dall'esterno.

(1) *Loc. cit. p. 12 Kielmeyer dice su tale subietto*: « *Io mi servo di questa voce unicamente perchè essa mi si è offerta la prima, e forse un'altra converrebbe meglio. Del resto la medesima esprime il fenomeno che bisogna qui indicare, e che consisterà in una spinta dei liquidi in avanti senza che la cagione della scossa sia sufficientemente conosciuta, motivo per cui viene indicata col nome di forza, finchè non si giunge a spiegare il fenomeno.* » (A)

Le materie introdotte negli spazii particolari, mercè l'assimilazione e la respirazione, son convertiti in umor nutritivo, e questo vien trasportato alle diverse parti dei corpi organizzati. I solidi ammettono taluni principii costitutivi di siffatto liquido, li combinano con essi, li fanno entrare nella loro composizione e tessitura organica, e loro comunicano le proprietà vitali, dalle quali essi medesimi sono animati. L'attività che si manifesta nei corpi viventi, e che non solo fa in questa persistere per qualche tempo i loro propri caratteri, ma ancora li fa resistere alle influenze esteriori tendenti a distruggerli, ha il nome di nutrizione. Gli effetti di essa si dimostrano facilmente, quantunque i processi intimi della nutrizione giacciano tuttora in profonda oscurità.

1. *Nutrizione delle piante.*

La nutrizione delle piante si manifesta coll'accrescimento in grossezza, e colla formazione e sviluppamento di parti nella pianticella che nasce dal germe. L'attività di ciascuna pianta dal primo momento della sua apparizione, ha per scopo il suo ingrossamento, la formazione delle novelle parti e lo sviluppo di queste a norma dello spazio cui essa appartiene. L'aumento di volume ha luogo in lunghezza e spessezza. Il primo fassi secondo due opposte direzioni, giacchè la radicetta della pianticella che germoglia, sfuggendo la luce, s'insinua nella terra o nell'acqua, per formarvi la radice, mentre la piumetta, crescendo dal lato della luce, s'inalza costituendo il fusto. Il fusto delle piante vascolari che tende a prender la direzione verticale, sviluppa nuovi germogli, i quali talvolta, come nelle piante annuali, formansi gli uni dopo gli altri a brevi intervalli, e talvolta, come nelle piante perenni, gli alberi ed arbuscelli nascono in più anni. Lo sviluppamento e l'accrescimento delle piante annuali finisce allorchè le foglie, i fiori e le semenze si son formate. Gli alberi e gli arbuscelli al contrario producono ogni anno nuovamente gli accennati organi. La radice conficcata nella terra o immersa nell'acqua cresce egualmente in lunghezza. L'accrescimento si effettua costantemente nelle ultime estremità ove si aggiungono novelle masse, ciò che fa allungare ed approfondire maggiormente nel suolo le fibrette radicali, come Duhamel, Meyer, Knight, Decandolle ed altri l'hanno provato colle loro esperienze.

L'accrescimento in spessezza negli alberi e negli arboscelli, che sono le piante in cui meglio si è osservato, fassi mediante un liquido che il succo nutritivo o formatore nel discendere deposita tra la corteccia ed il corpo legnoso. La effusione di questo liquido coagulabile acconcio ad organizzarsi, chiamato *cambium* da Grewe e Duhamel, si effettua principalmente verso la fine della estate ed in autunno. Dietro le ricerche di Mirbel, a primo lancio in esso appariscono alcuni globetti e fibre che hanno l'aspetto di un tessuto recente. Siccome han dimostrato Senebier, Mirbel, Mustel, L. C. Treviranus, Rudolphi, Cotta, Dutrochet, Decandolle ed altri del *cambium* formansi nuovi strati composti di tessuto cellulare e di vasi, dei quali alcuni si fissano alla superficie esterna del corpo legnoso, costituendo l'alburno, e gli altri nella superficie interna della corteccia, ove generano la buccia; d'onde risultano i cerchi annuali di legno ed i novelli strati corticali. Evvi ancora il liquido depositato tra la corteccia ed il legno, che sembra produrre le nuove gemme da foglie e da fiori. Nel fusto delle monocotiledoni arboree, particolarmente in quello delle palme, si deposita lungo l'asse del tronco una nuova sostanza molle analoga all'alburno, e che sviluppasi di dentro in fuori, di guisa che nella sommità della pianta nascono i germogli delle novelle foglie e fiori (1).

Dopo avere accennati brevemente siffatti fenomeni, noi ammettiamo nei vegetabili una nutrizione, in forza della quale ogni pianta non solo si aumenta di massa e genera le parti che si formano durante il suo sviluppamento, ma eziandio per qualche tempo conserva le proprie qualità sotto l'aspetto della composizione, dell'organizzazione e della vitalità. Il liquido in mezzo al quale i tessuti vegetali che si nutriscono, si sviluppano e si accrescono, assorbono alcuni materiali che essi fanno entrare nella loro massa e nel loro stame organico, è il succo proprio a ciascu-

(1) *Formasi perciò un fusto indiviso che risulta dagli strati e dalle basi delle foglie strettamente unite le une alle altre, e che dicesi stipite o falso fusto.* Il Trad.

na specie di pianta dai vasi addetti alla nutrizione trasportato alle pareti. Esso è attirato dall'esterno per mezzo dell'assorbimento sotto forma di umore. I materiali in esso esistenti sono assimilati nelle organiche combinazioni della più semplice specie; queste sono trasformate nel loro giro dalle funzioni dell'assimilazione e della respirazione sotto la influenza del calorico, dell'aria e della luce, in combinazioni organiche di un ordine superiore o più complicate. Il succo formatore contiene tutti i materiali necessari alla nutrizione, alla formazione ed all'accrescimento delle diverse parti delle piante in vero non ancora organizzate, ma atte a divenirlo pel concorso di manifestazioni di attività che han luogo durante il lavoro della nutrizione. Le parti che si formano e si accrescono, si appropriano i prodotti ottenuti dagli alimenti per assimilazione, come la materia zuccherina, la gomma, la fecola, l'albumina vegetale, il glutine ec. li convertono nella loro propria composizione, per mezzo della loro forza, e li fanno penetrare anche nel loro tessuto e nel loro stame organico.

Finoggi la chimica nulla ci ha fatto conoscere di soddisfacente in ordine ai cangiamenti materiali che le parti vegetali provano nella nutrizione, precisamente perchè, essendo effetti della vita, siffatti cangiamenti trovansi fuori il dominio della scienza chimica. Tutto ciò che noi ammettiamo fondatamente si è che i cangiamenti di composizione i quali si effettuano durante la nutrizione dei vegetabili sono il risultamento di manifestazioni di forza vitale, e non già soli effetti di affinità chimiche, come quelli che si osservano nei corpi non organizzati. A convalidare questa opinione si può addurre il fatto, che i vegetabili di diversa specie, i quali crescono in un suolo perfettamente simile, forniscono differenti prodotti, nel mentre che piante della stessa specie, vegetanti in diversi suoli, danno prodotti identici. Anche le specie vegetali conservano il carattere di composizione loro proprio in tutti i suoli, sieno simili, o differenti. Quantunque sia una particolarità dei vegetabili il non dipendere in generale dalla natura degli alimenti che essi attirano, pure non può negarsi che la composizione del suolo e dell'acqua, di che essi si nutriscono, eserciti qualche influenza su i materiali che in essi si rinvengono. La presenza del sal marino e del *natron* nelle piante che crescono alle rive del mare ed in un suolo pregno di sale, non si pone in dubbio, al pari della trasmissione del rame in questi corpi. Le esperienze di Th. de Saussure hanno in oltre stabilita l'influenza del suolo sui vegetabili, giacchè questi presentano alcune differenze nella loro chimica composizione e nelle proprietà, secondochè essi crescono in un terreno granitico o calcareo.

Le preziose esperienze di Decandolle sulle proprietà medicinali delle piante paragonate alle loro forme esteriori ed alla loro classificazione naturale provano ancora che la composizione di questi corpi dipende dalle loro forze vitali. In generale le stesse parti o gli stessi succhi delle piante di un medesimo genere producono effetti identici, o le stesse parti o succhi dei vegetabili, anche di una medesima famiglia naturale, si assomigliano nella loro maniera di operare. Or dunque siccome non si potrebbe negare una grande relazione dell' organizzamento colla composizione o cogli effetti medicamentosi delle piante, così siamo obbligati ad ammettere, che una sola e medesima forza esser deve quella che produce l' organizzazione e determina la composizione.

Ogni specie di pianta, mercè una propria forza, sembra che trasformi in organiche combinazioni della più semplice classe i grossolani elementi che essa attira al di fuori coll'assorbimento, che questi elementi sieno costituiti dalla sostanza dei corpi organizzati nello stato di dissoluzione, o che i medesimi consistano ancora in materie non organizzate. Di poi gli atti consecutivi dell'assimilazione e della respirazione trasformano in organiche combinazioni di un ordine superiore quelle di quest'ordine inferiore, che sono estremamente variabili e mobili nella composizione dei loro elementi. Finalmente queste materie che passano nel succo nutritivo o formatore son cangiate, mercè le forze vitali della nutrizione di ogni specie di vegetabile, nella sostanza materiale delle parti solide che le formano. Se noi dunque non vogliamo negare che le piante viventi han la facoltà di produrre alcune combinazioni organiche inferiori per un'attività vitale, non potremmo però sostenere il sentimento dei fisiologi e dei chimici, i quali hanno opinato che i vegetabili vivi sono nello stato di produrre con la sola acqua, o soltanto con l'aria, sotto l'influenza della luce, o mediante una forza vitale delle sostanze che la chimica considera come

semplici o elementari, come sono il carbonio, le terre ed i metalli. L'esperienze fatte da Vanhelmont, Boyle, Tillet, Crell, Schrader, Einhof, Braconnot ed altri non provano affatto che una simile produzione abbia luogo.

2. *Nutrizione degli animali.*

Negli animali al pari che nelle piante si effettua una formazione ed un accrescimento di parti nel germe fecondato. L'embrione che si forma ci mostra i suoi diversi organi ed apparecchi, i quali appariscono con un certo ordine ed in una certa successione, aumentano di massa, ed acquistano un certo grado di sviluppamento. Parimente dopochè il feto è uscito dagli inviluppi dell'uovo, lo sviluppamento del suo corpo continua senza interruzione sino all'estremo della vita. In tutto questo frattempo gli animali trasformano gli alimenti presi in loro liquido nutritivo, e questo passa nella composizione e negli stami degli organi che si stanno formando e nell'accrescimento, di cui esso acquista le proprietà vitali. La nutrizione si manifesta ancora mercè i rapidi o lenti cangiamenti che hanno luogo nel materiale degli organi. Taluni materiali di questi ultimi, dopo le loro manifestazioni di attività, divengono inatti a stanziare più lungo tempo nella tessitura organica. Essi lasciano lo stato solido per ritornare a quello di liquido, e nuovamente sono assorbiti. Da un'altra banda gli organi viventi attingono nel succo nutritivo che loro giugne da novelli materiali e lo incorporano nella loro tessitura.

Gli atti di formazione, di sviluppamento e di accrescimento degli organi e dell'intero corpo degli animali, come pure i cangiamenti di composizione materiale che hanno luogo in ciascun organo particolare, l'introduzione e l'esito alternativo di materiali, ch'essi eseguiscono, in breve, il farsi solidi o fluidi, la formazione e la scomposizione che si operano senza interruzione nei tessuti e negli organi del corpo animale, costituiscono l'operazione vitale che vien designata col nome di nutrizione animale: la quale fa sì che ogni organo e l'intero organismo, essendo favorevoli le circostanze esteriori, sieno acconci a mantenersi per un dato tempo nel possesso delle loro proprie manifestazioni di attività.

Riguardo ai mezzi, agli strumenti ed agli atti dei quali la natura si serve per effettuare la nutrizione, noi osserviamo a tal proposito, nei diversi gruppi di animali, numerose differenze, di cui si è già discorso nell'articolo sulla digestione, sulla respirazione e sul movimento del succo nutritivo. Gli apparecchi destinati a queste funzioni sono tanto più complicati, e le funzioni medesime sembrano tanto più composte, per quanto le manifestazioni di vita particolari a ciascun animale sono più svariate ed energiche. Negli animali inferiori o più semplici, come gl'infusorii, sembra che la materia alimentaria attirata nell'acqua per via di assorbimento dalla superficie del corpo, convertasi immediatamente in propria sostanza, per modo che l'introduzione, l'assimilazione e la trasformazione dell'alimento in massa organica si confondono in un solo e medesimo atto vitale. Rimane provata la nutrizione degli infusorii dal loro accrescimento osservato da Nitzsch nei bacillari, e dal rapido aumento delle *paramecie*, dei *bacillari*, dei *vibrioni*, dei *volvoci*, e di altri atti a dividersi in più animali che tosto acquistano la loro completa grossezza, siccome l'hanno verificato Spallanzani, Saussure, O. F. Mueller, Goeze ed altri. Negli animali muniti di un sacco alimentare semplice, i polipi, le attinie ec. il liquido preparato cogli alimenti ed introdotto nel corpo mercè l'assorbimento, talvolta si tramuta immediatamente nella loro massa analoga al tessuto cellulare, col quale esso si combina, talvolta, per mezzo delle appendici ramose e di forma vascolare del sacco alimentare, è condotto alle diverse parti, alle quali fassi identico, come nelle *meduse*, *pennatule* ed in molti *entozoi* ec. La respirazione necessaria per l'assimilazione si effettua alla superficie del corpo. È un fatto noto che tutti gli accennati animali crescono ed aumentano in massa rapidamente.

Negli animali, la cui organizzazione è più complicata, come i raggiati, gli anelidi, i molluschi, gl'insetti, gli aragnei, i crostacei, i pesci, i rettili, gli uccelli ed i mammali, trovasi un apparecchio che dopo aver ricevuto gli alimenti, vi mescola certi liquidi per renderli fluidi, assimilarli e preparare il chilo. Questi animali sono oltracciò provveduti di organi respiratorj, mediante i quali il chilo assorbito si trasforma in sangue sotto la influenza dell'aria atmosferica. Finalmente tutti questi esseri son provveduti di un sistema vascolare che contiene il fluido destinato alla nutrizione ed all'accrescimento. Il sangue

continuamente scorre nelle diverse diramazioni di questo sistema, ed in canali circolarmente chiusi che esso percorre. Dopo essersi mescolato col chilo, detto liquido giugne agli organi della respirazione, ove convertesi in sangue arterioso. Questo conducesi in seguito nell' intima tessitura di tutti gli organi, i quali ivi assorbono i materiali necessarj al loro nutrimento. Il sangue alterato nella sua composizione mercè gli atti della nutrizione, per aver perduto gran parte dei suoi principj coagulabili, e per aver sofferto un cangiamento di colorito, ritorna nuovamente agli organi respiratorj, ove riacquista le qualità di cui prima era dotato.

Il sangue arterioso nella sua qualità di liquido nutritivo propriamente detto contiene i materiali della nutrizione di tutti i tessuti ed organi, materiali con i quali si formano il tessuto cellulare, le membrane, i vasi, i nervi, i muscoli, le glandule, le ossa, le cartilagini ed i ligamenti. Non è dimostrato che i globetti esistenti in abbondanza nel sangue si combinino con le parti, durante il lavoro della nutrizione, e ne premlano la tessitura organica, come pretendono taluni fisiologi moderni (1). Se la cosa andasse così, bisognerebbe che il sangue per la nutrizione dei diversi tessuti contenesse differenti globetti, la cui esistenza non è provata. Così essendo le cose in certo modo non si può ammettere che i vasi i quali si ramificano fino all'estremo nel parenchima degli organi si limitino a depositarvi o separarvi i materiali della nutrizione, i quali allora non sarebbero che combinarsi per soprapposizione, ovvero secondo le leggi dell'aggregazione, colla trama organica, a misura che essi sarebbero posti in libertà. Ciascun tessuto o organo sembra al contrario attirare, in virtù di un'attività propria, le molecole che hanno maggiore affinità colle combinazioni organiche che entrano nella sua composizione, come Buffon l'ha esattamente osservato (2).

I materiali attirati dai tessuti e dagli

(1) *Dutrochet dice* (loc. cit. p. 214) « *Ciò che noi abbiamo veduto in ordine alla similitudine della composizione organica dei solidi e dei fluidi del corpo vivente, potrebbe far opinare che i globetti vescicolari contenuti nel sangue si aggiungano al tessuto degli organi e vi si fissino per accrescerli e prepararli, di guisa che la nutrizione consisterebbe in una vera addizione delle cellette tutte formate ed estremamente piccole. Questa opinione, tuttochè possa sembrare strana, pure è assai fondata; giacchè è appoggiata dall'osservazione. Io ho veduto più volte uscire dal torrente della circolazione i globetti sanguigni, ed arrestarsi e fissarsi nel tessuto organico. Sono stato testimone di questo fenomeno che non mi supponeva, osservando il movimento del sangue col microscopio nella trasparentissima coda delle tenere gazzole del rospo partoriente. Alcune arterie formanti numerose curvature si spandono nella parte trasparente della coda dei rospi: siffatte arterie si continuano immediatamente colle vene, in modo che non evvi distinzione alcuna, o linea di divisione tra ambedue le circolazioni arteriosa e venosa: il sangue, di cui si osservano perfettamente i globetti che sono assai grossi, offre un torrente, il cui moto non soffre alcuna interruzione dalla sua partenza dal cuore fino al suo ritorno nell'organo medesimo. Tra le curvature formate da vasi esiste un tessuto trasparentissimo, in cui si distinguono molti granellini della grossezza dei globetti sanguigni; talvolta osservando il moto del sangue, ho veduto un globetto solo uscire lateralmente dal vaso sanguigno, e muoversi nel tessuto trasparente con una lentezza che si opponeva fortemente alla rapidità del torrente circolatorio da cui siffatto globetto era sfuggito; immediatamente dopo il globetto cessava di muoversi, e rimaneva fisso nel tessuto trasparente. Ora paragonandolo ai granellini contenuti in questo medesimo tessuto, egli era facile osservare che per nulla ne differiva, di maniera che non vi era dubbio che questi granellini trasparenti non fossero ancora dei globetti sanguigni precedentemente fissati. Per quale via questi globetti sanguigni escono dal torrente della circolazione? Ciò non è facile a determinarsi* ». *Doellinger dice aver osservato fenomeni analoghi.* (A)

(2) Hist. nat., t. 2, p. 63. « *Come tutta la massa del sangue passa molte volte in tutta la costituzione del corpo, io suppongo in questo movimento di circolazione non interrotta, che ciascuna parte del corpo attira a sè le molecole organiche più analoghe, lasciando andar quelle che lo sono meno. In questo modo, tutte le parti si sviluppano e si nutriscono, non già come si dice comunemente mercè una semplice addizione di parti o aumento superficiale, ma per una intima penetrazione prodotta da una forza che opera in tutti i punti della massa.* » (A)

organi, in virtù della loro speciale attività, sono sempre incorporati dall'azione di questi medesimi organi alla loro propria composizione e trama organica. Precisamente in questa scelta di opportuni materiali dal sangue arterioso condotto alle parti e nella conversione da esse fatta di questi materiali stessi nella loro propria tessitura e composizione, consiste l'atto della nutrizione, che differisce interamente da tutti gli effetti meccanici, chimici e fisici, i quali si osservano nei corpi privati di vita o non organizzati. Nelle circostanze ordinarie ogni tessuto, ogni organo, sia unito al corpo intero, sia che le condizioni esterne e necessarie della vita esistano, sia che affatto non fosse esposto a stimoli normali, per la nutrizione che esso esercita, si mantiene nel possesso della composizione, dell'organizzazione e delle proprietà vitali che gli son proprie, e per essa, durante la sua esistenza, soffre i cangiamenti particolari nei suoi diversi periodi di sviluppamento e di età. La nutrizione offre dunque in ciascun organo una speciale modificazione ch'è la sorgente delle qualità proprie allo stesso organo. Può darsi il nome di vita propria al particolar modo di questa funzione che ha luogo nei diversi organi, e che determina le proprietà vitali che in essi si osservano.

Le intime operazioni che accompagnano la formazione e la nutrizione si sono finoggi sottratte ai nostri sensi, e sono ancora sconosciute. Noi non ne giudichiamo che dai loro effetti, a norma dell'accrescimento e della diminuzione delle parti, dietro i cangiamenti a seconda della loro forma e composizione, ma non sappiamo quali sieno i cambiamenti cui van sottoposti i materiali del sangue attirati dagli organi viventi, nè come questi materiali si organizzino ed acquistino le proprietà vitali appartenenti agli organi. S'ignora in qual maniera essi mercè la nutrizione convertonsi in muscoli, nervi, ossa e visceri. La nutrizione, come diceva Fritt, rassomiglia ad un atto di generazione continuo in ciascun essere vivente ed in tutte le sue parti, sul quale la natura ha disteso il più denso velo. Se noi potessimo sollevar questo velo, i segreti della vita ci sarebbero in gran parte svelati.

La durata degli animali e dell'esercizio delle loro manifestazioni di azioni che noi chiamiamo vita, è accompagnata nel tempo stesso da un cangiamento continuo del materiale delle loro parti solide. I materiali, costituenti la trama organica delle diverse parti, cambiano composizione per l'esercizio della vita, e diventano incapaci di restarvi più lungo tempo. Quelli che non servono, che han perduto la loro forma e son ritornati nello stato liquido, vengono assorbiti, ciò che ha luogo nei mammali per mezzo dei vasi linfatici. Essi passan di nuovo nel sistema vascolare sanguigno, donde son poscia eliminati dagli organi escretorj. Al sito di queste molecole in qualche maniera impiegate per le funzioni ne giungono delle nuove formate dall'atto della nutrizione con i materiali attinti dal sangue arterioso. Noi fondatamente ammettiamo un simile rinnovamento non interrotto, una continua formazione e scomposizione negli organi dietro i cangiamenti che osserviamo in tutte le parti e nell'intero corpo di un animale durante la sua vita. La grandezza, la massa, la consistenza, la composizione, la configurazione, la struttura dello stame del corpo animale e di tutte le sue parti, del tessuto cellulare, delle membrane dei vasi, dei nervi, dei muscoli, delle cartilagini, delle ossa, dei tendini, dei ligamenti ec. soffrono dei continui cangiamenti più o meno rapidi. Tutti gli animali vivono in un cerchio non interrotto di formazione, di trasformazione, di distruzione e di novella costruzione. Si può benanche addurre in favore di un cangiamento e consumazione delle parti degli organi, che la massa del corpo animale soffre una rapida diminuzione di peso, e che noi vediamo scomparire alcune parti quando gli animali trovansi in circostanze da non poter prendere affatto alimenti. La diminuzione del loro corpo è accompagnata da uno spossamento delle loro forze, che terminano collo spegnersi per lo affatto. Se gli animali ricevono degli alimenti dopo esserne stati privi, il loro peso aumenta all'istante, gli organi riacquistano il loro antico volume, e le forze si ristabiliscono. Facciamo parola di alcune leggi intorno al rinnovamento del materiale dell'organismo.

La rapidità del rinnovamento dei materiali nelle parti solide, che accompagna la vita degli animali, è in ragion diretta del grado di complicazione della loro struttura e della varietà delle loro manifestazioni vitali dipendenti da questa ultima circostanza. In appoggio di questa proposizione si possono addurre i fenomeni dell'inghiottimento degli alimenti, della digestione, della respirazione, del moto del suero nutritivo, e della secrezione, che si riferiscono alla preparazione del liquido nutritivo, non che all'atto della nutrizione e del rinnovamento dei materiali. Siccome

io l'ho fatto osservare precedentemente, gli animali prendono tanta maggior quantità di alimenti, ne provano tanto maggior bisogno ad intervalli più brevi, e tanto più la loro vita dipende da questa immissione, in quanto che la loro organizzazione è più complicata, le loro manifestazioni di vita più moltiplicate, il loro crescimento più rapido, e le loro funzioni animali più energicamente eseguite. In questi animali gli organi digestivi hanno tale disposizione, che gli alimenti che vi s'introducono possono essere prontamente attenuati mercè i movimenti disciolti, assimilati coll'addizione di diversi umori, e convertiti in chilo. Questi sono gli animali che respirano ad intervalli meno lunghi, che consumano la più gran quantità di ossigeno, che esalano più acido carbonico; nei quali la conversione del chilo e del sangue venoso in sangue arterioso si effettua con maggior sollecitudine, e la loro vita dipende infine in alto grado dalla non interrotta respirazione. Inoltre il loro sistema vascolare sanguigno è disposto talmente, che il sangue arterioso giugne tanto più puro e tanto più celermente agli organi, per quanto l'intensità delle loro manifestazioni di attività rende più necessario un pronto rinnovamento di sostanza materiale, affinchè la conservazione delle loro proprietà vitali possa esser effettuata dall' atto della nutrizione. Il numero degli organi escretorj e l'abbondanza delle diverse escrezioni degli animali sono parimenti in ragion diretta del grado di complicanza della loro tessitura e della somma delle manifestazioni di azioni che essi eseguiscono. Quando questi ultimi diventano più attivi, la energia degli organi secretorj anche si raddoppia, e le materie escrete sono più abbondanti. L'opposto ha luogo nello stato di riposo e d'inerzia. Questi fenomeni fanno evidentemente che la rinnovazione dei materiali che accompagna le manifestazioni di attività delle parti solide, si operi con tanta maggiore celerità negli animali, quanto la somma di queste stesse manifestazioni è più considerevole, e le medesime si esercitano nello stesso tempo con maggiore energia e in una maniera più continua.

La rapidità del rinnovamento dei materiali dell'organismo è benanche strettamente legata alla natura ed al numero dell'esterne impressioni, di cui gli animali ricevono l'influenza. Il calorico, l'aria, l' acqua, gli alimenti, la luce, il suono, l'elettricità, le sostanze odorose e sapide, gli stimoli meccanici di diversa natura, operano sugli animali, e li rendono attivi, lo che ha fatto appellargli stimolanti o incitanti *(stimuli, incitamenta)*. Il numero e la natura degli stimolanti, che operano sugli animali, variano in ragione dei siti nei quali essi abitano. Quelli che vivono nell'aria sono esposti a stimoli vie più moltiplicati, che quelli i quali menano la loro vita nell'acqua. Oltracciò gl'incitanti che operano sui primi, variano molto per riguardo al grado ed alla forza, come assien pel calore, per la luce, per l'elettricità; e queste variazioni sono il risultamento dei cangiamenti di situazione della terra rispetto al sole durante le sue rivoluzioni annuale e giornaliera. Ecco perchè gli animali di aria, che sono esposti a stimoli più moltiplicati e più forti, manifestano più rapidamente i loro atti vitali, che gli animali acquatici. Tutte le influenze esteriori, che operano sugli animali, sembrano produrre alcune mutazioni nella materia del loro organismo per l' impressione ch'essi apportano sugli organi viventi, e per la reazione cui essi dan luogo per parte di questi ultimi. Il rinnovamento dei materiali che accompagna l'esercizio della vita è manifestamente più accelerato negli animali che vivono nell' aria, che in quelli i quali vivono continuamente nell'acqua. I primi consumano maggior quantità di alimenti, la loro vita dipende vie più dall'introduzione di nuovi cibi ad intervalli più brevi, la loro digestione è più energica, e la respirazione più frequente: essi scompongono l'aria con maggior rapidità, la loro esistenza è più prossima alla respirazione continua e non interrotta, il movimento del succo nutritivo nei medesimi fassi con maggior celerità, ed essi espellono maggior quantità di materie escrementizie che gli animali acquatici. Per conseguenza la rapidità con cui si rinnovano i materiali delle parti solide che accompagna l'esercizio della vita degli animali, sembra essere proporzionata alla somma ed alla energia degl'incitamenti che operano sopra questi corpi, e che li determinano a sviluppare le manifestazioni di attività.

Infine la rapidità del rinnovamento dei materiali organici nei gruppi del regno animale è in ragion del grado di sviluppamento e di espansione dei loro apparecchi per l'esercizio delle manifestazioni della vita animale, degli organi dei sensi, del sistema nervoso, e degli organi del moto volontario. Il sistema nervoso di un animale prova incitamenti tanto più moltiplicati e svariati, in quanto che il numero e

la delicatezza dei sensi su i quali operano le diverse influenze esterne, sono più considerevoli. Quanto più il sistema nervoso, particolarmente il cervello, come centro delle sensazioni, è sviluppato, tanto più le manifestazioni di attività, ch'esso può produrre, sia dopo impressioni provenienti dai sensi, sia per effetto della sua propria spontaneità, sono numerose, svariate ed energiche. Il grado di sviluppamento degli organi locomotori è proporzionato ancora a quello del sistema nervoso ed al numero dei sensi. Per i movimenti volontari che essi producono, gli animali reagiscono sugli oggetti esterni a fine di esporsi più lungo tempo all'azione delle cose che ad essi fanno grate impressioni, e di ricercare tali oggetti, sottrarsi all'impressione nocevole che potrebbero soffrire per parte di questi e sfuggirle. Finalmente il grado di sviluppamento degli organi sensorî, del sistema nervoso e degli organi locomotori, la moltiplicità e l'energia delle loro manifestazioni di attività, sono in una stretta relazione colla struttura e la disposizione degli apparecchi destinati ad effettuare le funzioni nutritive ed il rinnovamento dei materiali dell'organismo.

Se si domanda ora quali sieno i cangiamenti che avvengono nel materiale degli organi durante l'esercizio delle loro manifestazioni vitali, noi siamo obbligati a confessare, che le operazioni le quali accompagnano questo lavoro sono ancora interamente fuori della sfera delle nostre osservazioni e delle nostre esperienze. A noi non è permesso che azzardare congetture sopra l'atto più intimo ed occulto della vita. I fisiologi della scuola jatro-matematica, opinavano che il cambiamento degli organi consisteva nell'ufizio meccanico delle loro molecole per mezzo del movimento. Senza tener conto del cangiamento continuato della materia dell'organismo anche negli organi i quali non presentano movimenti sensibili di contrazione e dilatazione, come i nervi, le ossa, le cartilagini, i legamenti ec. non si saprebbe concepire come le organiche combinazioni che formano la base degli organi, potessero cambiarsi a tal punto, per effetto del semplice strofinio, da divenire incapaci di restar più lungo tempo nella trama organica.

I fisiologi della scuola jatro-chimica moderna ammettono, che si effettua negli organi viventi una specie di atto di acidificazione o di combustione in cui il principio sostenitore del bruciamento, l'ossigeno, abbandonando il sangue arterioso, si unisce colle combinazioni organiche delle parti, e produce nelle medesime una specie di combustione. La natura delle materie escrementizie sembra chiaramente annunziare che negli organi si effettua un'operazione, mediante la quale le combinazioni organiche superiori o più complicate si convertono in combinazioni inferiori più semplici o anche in altre non organiche. Una gran quantità di acido carbonico è pur continuamente esalata per mezzo degli organi respiratorj e della pelle. L'escrezione liquida che fassi per la pelle di alcuni mammali, ossia il sudore, contiene dell'acido acetico libero, del cloruro di sodio, poco fosfato di calce e di ferro, ed una materia animale. Le combinazioni ternarie proprie della bile, la resina biliare e la colesterina, sono come materie escrementizie del sangue cacciate pel canale intestinale, insieme con molti diversi sali e residui di alimenti indigeriti. Il liquido escrementizio più composto è l'orina, nella quale all'infuori di due sostanze organiche particolari assai cariche di azoto, l'urea e l'acido urico, si trova gran numero di differenti sali. Egli sembra dunque dietro ciò che le combinazioni animali complicate, che il lavoro dell'assimilazione prepara colle materie ricevute di fuori, e che l'atto della nutrizione porta nello stame organico, sono scomposte dalle manifestazioni vitali degli organi, e convertite ancora in combinazioni organiche dell'ultima classe o anche in combinazioni non organiche. Questa operazione sembra consistere, in un atto speciale analogo alla combustione. Devesi benanche considerare come un risultamento la produzione del calore animale, che negli animali è esattamente proporzionato alla rapidità del rinnovamento dei materiali dell'organismo. Da ultimo egli è probabile che un agente generato nel sistema nervoso prenda gran parte a questa operazione.

Tale differenza esiste tra i vegetabili e gli animali relativamente alla nutrizione, che nei primi non ha luogo che formazione ed applicazione di novelle sostanze, ed accrescimento di quelle che già esistevano: poichè gli organi, una volta formati, non sono più sottoposti a rinnovamento di materiali, e conservano per qualche tempo la loro composizione e tessitura senza cangiamento. Finoggi neanche si è osservato cangiamento continuato nella sostanza della radice, del legno e della corteccia. Quello che una volta si è formato non ritorna più allo stato liquido per essere riassorbito. Al contrario negli animali un rinnovamento non interrotto e più o meno

rapido di materie ha luogo nelle parti solide, ed essi soffrono continui cambiamenti in virtù della loro attività. Questa differenza senza dubbio fa sì che gli animali abbiano delle manifestazioni di attività che producono cambiamenti nella sostanza degli organi, caso in cui sembra esservi l'azione dei nervi.

Forza plastica, forza di nutrizione.

I fenomeni di primitiva manifestazione, di formazione, di accrescimento e di nutrizione, pei quali i corpi viventi si distinguono da tutte le produzioni naturali prive di vita e da tutti i prodotti dell'arte, non sono puri effetti fisici, meccanici o chimici, come quelli che si osservano nei corpi che non vivono. Il nascere, il formarsi, il nutrirsi non consistono nè in una precipitazione secondo le leggi della gravità, delle molecole organiche contenute nel liquido generatore fecondato e nel succo nutritivo, nè in una attrazione ed una coordinazione meccanica di queste particelle, nè finalmente in una semplice affinità e combinazione chimica, come nelle materie non organizzate, le quali cristallizzano. Gli accennati atti sono assai superiori a tutte le operazioni meccaniche e chimiche che han luogo nelle materie prive di vita, e di che non si saprebbe dare neanche la menoma spiegazione per mezzo di cagioni meccaniche o chimiche. Tutti gli sforzi degli jatro-meccanici e degli jatro-chimici per giungere a quest'ultimo risultamento sono vani; si è riconosciuta la insufficienza ed erroneità di siffatte teoriche. Noi siamo dunque obbligati a considerarli come sforzi di specie particolare, come fenomeni vitali, dipendenti da una forza propria ed intrinseca ai corpi organizzati.

Alcuni fisiologi e medici distinti di tutti i tempi hanno conceduto ai corpi viventi una forza particolare dai medesimi considerata come la cagione della formazione e della nutrizione. Eglino hanno distinta questa forza con diversi nomi. Gli antichi, e specialmente Galeno, la chiamavano *facultas formatrix, nutrix, auctrix*. Vanhelmont le dava l'epiteto di *blas alterativum*. Bacone la designava con quello di *motus assimilationis*, o *motus generationis simplex*. Dessa era la *facultas vegetativa* di Harvey, l'*anima vegetativa* di Sthal, la *forza del modello interno* di Buffon (1). Dessa è stata detta *vis essentialis* da C. D. F. Wolf e *ritus formativus* da Blumenbach. Alcuni fisiologi moderni la chiamano *forza di nutrizione, forza di formazione, forza di riproduzione o di vegetazione*. Comunque diverse sieno e le denominazioni scelte dai fisiologi e dai medici per designare questa forza e le idee che vi annettono, pure tutti son di accordo sopra il punto essenziale di risguardarla come destinata a mantenere per un certo tempo gl'interi corpi viventi e tutte le loro parti nel possesso della composizione, della organizzazione, e delle proprietà vitali che ad essi son proprie, e di mettere questi corpi in stato, durante un certo periodo della loro vita, di produrre degli esseri della stessa loro specie, i quali simili sotto questo aspetto a quelli che gli hanno generati, son limitati in un giro determinato di formazione e di sviluppamento, ed offrono dei fenomeni identici. Riferiamo i fatti che favoreggiano questa ipotesi.

Un corpo vivente, considerato come subietto di un esame chimico, secondo l'espressione di Berzelius, è un lavoratorio in cui si effettuano diverse operazioni chimiche, che hanno per risultamento finale la produzione di tutti i fenomeni, il cui complesso noi denotiamo col nome di vita, e la conservazione del laboratorio stesso; in guisa tale, che esso si sviluppa per dir così da un atomo fino alla più alta perfezione cui possa pervenire, dopo di che torna in dietro, e finisce col distruggersi. Non si può sconvenire che la vita non sia accompagnata da cangiamenti continui nella composizione. Frattanto questi cambiamenti differiscono, rispetto alle loro cause ed ai loro effetti, dalle operazioni chimi-

(1) Hist. Nat. t. II, p. 41. *Il corpo di un animale o di un vegetabile è una specie di forma interna nella quale la materia che serve al suo accrescimento si modella e si assimila al tutto. Ci sembra cosa certa che il corpo dell'animale o vegetabile sia un modello interno che ha una forma costante, ma la cui massa e volume possono aumentare proporzionatamente, e l'accrescimento, oppure, se si vuole, lo sviluppo dell'animale e del vegetabile non si effettua che mercè l'estensione di questo modello in tutte le sue direzioni esterne ed interne, che questo distendimento si faccia mediante una materia accessoria ed estranea che penetra nell'interno, che divenga simile alla forma ed identica colla materia del modello.* (A)

che, le quali hanno luogo nei corpi che non vivano. La chimica, come io ho già fatto dianzi avvertire, può ben separare le combinazioni organiche nei loro elementi; ma l'è impossibile di riprodurle con questi ultimi. Ora ciò che precisamente nei corpi viventi ritiene le materie elementari nelle combinazioni organiche necessarie a continuare la loro esistenza, e determina i cangiamenti particolari di composizione, che accompagnano la vita, è una forza speciale affatto diversa dalle chimiche affinità, che operano nei corpi non organizzati.

I cambiamenti particolari di composizione, che hanno luogo nei corpi viventi, sono il risultamento della forza di nutrizione o di assimilazione, che domina le affinità chimiche delle sostanze attirate dall'esterno, e le sottopone ai suoi proprj fini. Le diverse materie alimentarie consistenti in acqua, sostanze organiche ed aria, sono talmente cambiate nei loro chimici rapporti, mercè la forza di formazione, la quale manifestasi in modo speciale in ciascun corpo vivente, ch'esse si trovano convertite in particolari combinazioni organiche dal loro succo nutritivo. Siccome noi riconosciamo inoltre che le piante e gli animali producono con gli alimenti le combinazioni organiche svariate che loro son proprie, come l'albumina, la fibrina, la gelatina, il mucco, il glutine, la fecola, la gomma, lo zucchero ec., che noi non sapremmo sempre dimostrar tali nelle loro sostanze alimentari, siamo obbligati ad ammettere che questa forza ha il potere di mutare talmente i principj degli alimenti nelle loro associazioni e rispettive proporzioni, che essi possano passare da una combinazione ad un'altra. Donde risultano la gran varietà delle combinazioni organiche, la loro moltiplicità e diversità negli atti dell'assimilazione e della nutrizione. Da ultimo gli è più che verosimile che i corpi viventi, massime le piante, hanno la facoltà di convertire alcune combinazioni non organizzate o binarie, in organiche o ternarie. Sembra ancora che il principal destino delle piante nell'economia del regno organico sia di trasformare continuamente le materie inorganiche della terra, dell'acqua, dell'aria, in combinazioni organiche inferiori, che, prese poscia dagli animali come alimenti, diventano nei medesimi combinazioni animali più complicate.

La forza di formazione non solo presiede alla composizione dei corpi viventi, ma benanche ne produce la organizzazione. La medesima nel liquido generatore fecondato fa acquistar la forma solida alle molecole di organiche combinazioni, e fa sviluppare i primi rudimenti sì dell'embrione vegetale che animale. Tutte le parti e tutti i tessuti, che in esso si formano secondo un cert'ordine successivo, son prodotti dalla forza di formazione, ed i medesimi dipendono dalla stessa, quanto alla loro comparsa, sviluppamento, aggregazione, configurazione e disposizione. Nel momento in cui formasi un embrione si manifestano fenomeni superiori a tutti gli effetti meccanici e chimici, che si osservano nei corpi privi di vita. La forza di formazione promuove l'accrescimento di tutti gli organi, poichè essa provoca l'attrazione delle molecole nutritive contenute nell'umor nutritivo, il quale le combina con le parti già formate, ed effettua benanche l'ingrossamento delle medesime. La stessa finalmente nella rinnovazione delle materie, attiva nuove molecole di succo formatore in luogo di quelle che, per il vitale esercizio degli organi, sono menate fuori, e fa entrar quelle nello stame organico. I corpi viventi differiscono dalle masse, che non vivono precisamente per l'accennata attrazione continua di molecole, e pel loro trasmutamento in tessuti organici. Le molecole di cristalli, che nel momento della cristallizzazione si uniscono in forza di chimica affinità, e che son rattenute le une dopo l'altre per la coesione ed adesione, non si cambiano in nulla da per loro stesse, e non attirano affatto fuori l'insieme, di cui fan parte, come si verifica negli organi per tutta la loro vita, nè cessano di attrarre molecole di umor nutritivo e di assimilarsele. Gli atti della formazione e della nutrizione, questa continua cristallizzazione organica, come la chiamava Reil, si possono spiegare unicamente per le proprietà chimiche delle organiche combinazioni, le quali fan parte della composizione dei corpi organizzati. L'albumina, la fibrina, la gelatina, il mucco, il glutine, la fecola, la gomma, lo zucchero ec. sono materie, di cui i diversi tessuti, e le parti svariatissime di animali e di piante son composti. Da siffatte organiche combinazioni, qualora le circostanze esteriori sieno favorevoli, nascono vegetabili ed animali della più semplice specie, come gl'infusorj, le muffe, le conferve ec.; ma giammai nè derivano organi simili a quelli che appartengono a vegetabili ed animali più composti. Nessun chimico finora è riescito mediante qualche operazione artifiziale a generare una pianta

o un animale da materie organizzate. Per conseguenza queste sono le sostanze con le quali i corpi viventi producono e formano i loro organi, e questo effetto ha luogo mediante la forza di formazione o di nutrizione, che sviluppa una speciale attività in ciascuna specie di vegetabile e di animale. Questa medesima forza, propria ed intrinseca ai corpi vivi, determina la configurazione e la formazione organica del tutto, e di tutte le sue parti. Essa fa entrare le materie organiche nella trama dei corpi viventi, le commette e le impiega ai loro usi. Essa per un certo tempo conserva gli accennati corpi, ad onta delle esterne influenze che tendono a distruggerli.

La forza di formazione deve considerarsi non solo come produttrice della composizione e della organizzazione dei corpi viventi, ma anche di tutte le altre forze che si manifestano negli esseri organizzati, e rende i diversi tessuti, le differenti parti di questi acconci a produrre speciali effetti di attività. I risultamenti succennati di tutte le parti dotate di particolari proprietà vitali, che noi vediamo sorgere poco a poco nella semenza e nell'uovo fecondato, sono prodotti della forza di formazione determinata dall'atto della generazione. Le manifestazioni di azione dei tessuti e degli organi hanno la loro sorgente nelle particolarità di composizione e di organizzazione, comunicate ad essi dall'atto di formazione. Ciò avviene soltanto allorchè appariscono le parti ed i tessuti i quali manifestano gli effetti della loro attività. I fenomeni dell'irritabilità muscolare si cominciano ad osservare nell'embrione sol dopo formata la sostanza muscolare. Varj umori, cioè la bile, la saliva, l'orina, non sono separati che al momento in cui formansi gli organi destinati a produrli. I fenomeni della sensibilità non appariscono affatto prima di formarsi i nervi. Anche gli effetti della forza spirituale non cominciano ad appalesarsi se non quando gli organi che vi hanno relazione sieno formati e giunti al grado necessario di sviluppamento. In questo modo la forza formativa mostrasi a noi col carattere di creatrice e mediatrice di tutte le altre forze, come quella che produce gli organi nei quali queste si manifestino, e, pel lavoro di formazione, le rende atte a spiegare la loro propria attività.

Le parti delle piante e degli animali, prodotte dalla forza formativa insieme colle loro particolari proprietà vitali, per qualche tempo son conservate da questa medesima forza, che non cessa di operare durante la loro esistenza; e dopo ciò ancora le mantiene continuamente nell'attitudine di manifestare i loro fenomeni vitali. La forza nutritiva le pone in istato di farle operare sotto l'influenza degli stimoli. L'attitudine degli organi ad essere affetti dagli stimolanti ed a reagire su di essi, della quale alcuni medici moderni han formato la base della vita, dandole il nome di eccitabilità, non può considerarsi che come effetto della forza formativa. È cosa evidente che qualsiasi parte devesi formare prima di apparire incitabile. Ciascun organo mediante la nutrizione conserva i suoi proprii caratteri, e perciò esso rendesi atto a produrre i suoi particolari effetti. Le proprietà vitali investono in certo modo i materiali attinti dal succo nutritivo per mezzo degli organi, al momento in cui essi penetrano nello stame organico di questi ultimi per l'atto della nutrizione. Esiste una perfetta correlazione tra l'intensità delle vitali manifestazioni e la nutrizione. Alcuni organi ben nutriti han la forza di esercitare energiche azioni. Gli organi mal nutriti operano con minor forza ed in minor tempo. Finalmente l'atto di nutrizione ristabilisce nel loro stato primitivo gli organi indeboliti dalle loro manifestazioni di attività.

La forza formativa che dà l'esistenza ai corpi organizzati nella generazione, la quale produce tutti i loro tessuti, tutte le loro parti colle proprietà vitali ed il liquido germinatore che gli sviluppa, li perfeziona e li sostiene in vita, deve esser considerata come la forza primitiva e fondamentale di questi corpi, come il creatore e conservatore di tutte le forze che loro appartengono, sia nella loro totalità sia nelle loro varie parti. Per conseguenza i fisiologi ed i medici che ricercano il principio della vita in una forza diversa da essa, cioè l'incitabilità, l'irritabilità o la sensibilità, errano gradamente, poichè le parti in cui queste ultime forze si manifestano, non sono che effetti della forza formativa, e siffatte forze secondarie non potrebbero mettersi in azione prima dell'esistenza dei loro organi.

La forza formativa mostrasi attiva in tutte le parti ed in ogni punto degli esseri viventi. Quanto ai solidi, dessa è che determina l'assorbimento dei succhi atti alla nutrizione di essi; converte detti materiali nella loro tela organica, e loro comunica le medesime proprietà vitali

che essi godono. Essa manifestasi benanche nei succhi formatori per produrre i materiali organizzati, cioè i globetti. Noi dobbiamo dunque considerare l'attività produttrice di questi diversi atti come una forza intrinseca a tutte le parti dei corpi viventi; ed egli è impossibile, tanto nei vegetabili che negli animali ammetterla limitata ad un tessuto o apparecchio qualunque. Tutte le parti di una pianta, le radici, il fusto, le branche, le foglie, i fiori, il legno e la corteccia, si nutriscono. La nutrizione ha luogo in tutti i tessuti ed organi degli animali, nel tessuto cellulare, nelle membrane, nei nervi, nei vasi, nei muscoli, nei ligamenti, nei tendini, nelle cartilagini, nelle ossa e nei visceri. La continua tendenza di questa forza a conservare l'individuo e tutte le sue parti costituisce il carattere principale della vita individuale, ed a noi mostrasi come condizione intima la più importante della vita. Questa forza non converte soltanto le sostanze alimentari attirate di fuori in liquidi nutritivi dotati di speciali proprietà, e che essa assimila: la medesima le introduce ancora nel modello organico solido; determina e regola la composizione, la organizzazione e la vitalità delle parti, e le mantiene nel possesso delle loro qualità vitali. Ogni corpo vivente è esposto ad influenze esterne tendenti a distruggerlo; la sua composizione cambiasi in tale conflitto con queste influenze, le quali lo costringono a produrre manifestazioni di attività. Nondimeno tutti persistono nella loro forma, composizione ed attività in mezzo a talune circostanze esteriori, delle quali noi favelleremo in appresso. Ciò che è stato cambiato nel materiale dei corpi viventi, mercè le impressioni ed esterni stimoli, o per le manifestazioni di azioni e reazioni dei loro stessi organi, vien nuovamente rimesso per mezzo della forza nutritiva e formativa. Intanto talune impressioni esteriori meccaniche o chimiche, e diverse materie organiche, come i veleni vegetali ed animali, possono annientare questa forza, ciò che fa morire i corpi viventi sui quali essi spiegano la loro azione.

La forza formativa che conserva gl'individui per un certo tempo si esaurisce poco a poco per lo stesso esercizio della sua azione. Il risultamento della sua estinzione è la morte e l'annientamento dell'individuo. Intanto essa fa durare le specie vegetali ed animali col produrre all'epoca della piena attività degl'individui i germi o i lineamenti degli esseri novelli della medesima specie, e col creare le condizioni, in mezzo alle quali questi ultimi possono svilupparsi in modo da produrre nuovi individui. La forza di formazione degli individui si diffonde in certo modo nei loro prodotti e nei germi, e stabilisce lo stipite di novelli esseri, nei quali essa manifestasi poscia nella stessa guisa. I corpi che attualmente vivono han fatto parte di altri corpi simili, dai quali essi sonosi distaccati per continuare la loro esistenza, come individui distinti. La forza formativa che precedentemente ha generato una specie vegetale o animale, ha stabilito l'esistenza delle generazioni presenti, ed anche di poi rimontando al passato, il cui cominciamento ci è ignoto. Il corso della vita deriva da una causa che noi non conosciamo, e diffondesi all'infinito da generazioni in generazioni. Mediante la generazione, cioè per questo atto della forza plastica la quale produce novelli esseri della stessa specie nei quali si conserva e si mantiene la forza formativa della specie, manifestasi poscia la medesima forza nella guisa stessa che vedesi negl'individui generatori.

La goccia di liquido della vescichetta germinatrice e della sementa fecondata contiene in potenza non già in atto un essere della stessa specie, dotato di tutte le qualità di composizione, di forme e di vita, compresa la facoltà di generare un giorno un individuo simile a quello che lo fece esistere. La forza formativa produce nel germe fecondato i diversi tessuti e le differenti parti con tutte le loro proprietà, essa dirige la loro configurazione e conformazione, determina il modo e l'epoca dell'apparizione degli organi in conformità della specie dei corpi generatori. La medesima forma gli organi dell'assorbimento, dell'assimilazione, della respirazione, del moto, del succo, della secrezione, dei movimenti, del sentimento e della generazione, e li pone nello stato necessario di azione reciproca. La forza creatrice e formatrice si mantiene ancora nello spazio mentre che negl'individui manifestasi solo come un fenomeno passeggiero e transitorio.

La forza di formazione, la quale dopo lo spegnimento della vita individuale dei corpi organizzati è quella che rende le materie organiche disseccate dalla loro organizzazione per la fermentazione e putrefazione, acconce, quando esse non sieno state affatto ridotte ai loro elementi

mediante le azioni esterne fisiche o chimiche, a ricevere nuove forme organiche più semplici, e di trasformarsi, per ciò che chiamasi generazione spontanea, in infusorii, conferve, muffe ec., secondo la diversità delle influenze esteriori, come il calorico, l'acqua, ec. che le inducono a prendere questo novello stato. Dietro ciò, questa forza sembra che sia una proprietà inerente alle materie organiche in generale, che le rende atte, quando sieno distaccate dalle combinazioni dei corpi viventi, a prendere altre configurazioni più semplici. Nell'atto di assimilazione e di nutrizione degl'individui anche i materiali organici degli alimenti dotati dell'attitudine alla formazione ed alla vita, sono indotti, per la forza plastica di ciascun individuo, a contribuire al suo aumento in volume, all'accrescimento ed alla conservazione del suo corpo, e sono impiegati alla secrezione dei liquidi assimilatori e generatori.

La forza plastica determina benanche il corso della vita, i periodi vitali dei corpi organizzati, ed i cangiamenti di composizione, di organizzazione e di manifestazioni di attività, dai quali sono accompagnati tali periodi. Essa stabilisce la durata possibile della vita tanto differente negli esseri organizzati. Essa procura la riunione e la guarigione delle parti lese o distaccate, e la facoltà di produrne delle nuove in rimpiazzo di quelle che si son perdute. La medesima in fine ripara al disturbo delle funzioni degli organi e degli apparecchi sopravvenuti in diverse circostanze, cioè nelle malattie; e questo effetto dal suo canto determina e regola le reazioni, in forza di che il corso normale delle manifestazioni della vita si ristabilisce, e siffatta tendenza dei corpi organizzati i medici l'han designata col nome di forza medicatrice della natura.

La forza di nutrizione o di formazione che mostrasi attiva in tutti i corpi organizzati, nel fungo polveroso e nella conferva, assorbe nella palma e nel baobab, nell'animaletto infusorio e nei polipi egualmente che nell'elefante e nella balena; relativamente alle sue manifestazioni, offre le più grandi diversità e varietà, come è provato dalla incalcolabile ricchezza della terra in animali e vegetabili estremamente differenti. Ciascuna specie di vegetabile o di animale ha una configurazione ed organizzazione particolare, ciascuna presenta degli atti di vita che le son proprii, ciascuna produce speciali germi, ciascuna sviluppasi al suo modo, ciascuna in fine segue nel corso di sua vita un cammino che appartiene a sè sola. Diceva Kielmeyer che questa forza qui crea masse colossali, di cui l'occhio misura difficilmente la estensione: là essa si limita a piccoli punti che si possono appena osservare coll'ajuto del microscopio; qui sembra perpetuamente uniforme, e là mostrasi come una strega, che in ogni istante cangia aspetto; qui dura per secoli, e là in breve tempo compie tutti i suoi effetti; qui intrepida va incontro a tutte le cause distruggitrici, e là è bastevole il minimo soffio per estinguerla. La forza plastica non si appalesa soltanto in un modo particolare e determinato nelle particolari specie di vegetabili e di animali, ma ogni individuo ce la offre rivestita anche di caratteristica sua propria, nella maniera con che opera.

La forza plastica intrinseca a tutti i corpi che han vita, ammirabile armonia fa rilucere nei suoi effetti, e procede secondo le leggi conformi alla ragione, le quali dall'uomo ragionevole debbono esser riconosciute. Sotto tale aspetto esso supera ancora la umana ragione, come Harvey ha fatto giudiziosamente osservare. Quanto le cose tutte che lo spirito umano ha potuto escogitare son piccole in paragone degli effetti di questa forza! La formazione organica è per così dire il più gran capolavoro della natura, quello che ha sciolto il problema di una serie di corpi che durano malgrado la mutabilità ed il carattere temporario delle loro forme e dei loro fenomeni. Molti fisici han chiamata questa forza *anima vegetativa*, e l'han considerata come emanazione dell'anima del mondo di Platone, la *natura naturans*, la causa finale dell'universo, la *forza primitiva assoluta o divina* (1).

(1) Anche Harvey *dice* (loc. cit.): Superior itaque et divinior opifex (quam est homo) videtur hominem fabricare et conservare; et nobilior artifex (quam gallus) pullum ex ovo producere. Nempe agnoscimus Deum creatorem summum atque omnipotentem, in cunctorum animalium fabrica ubique praesentem esse; et in operibus suis quasi digito monstrari: cujus in procreatione pulli instrumenta sunt, gallus et gallina. Constat quippe, in generatione pulli ex ovo omnia singulari providentia, sapientia divina, artificioque admirabili, et incomprehensibili, extructa et efformata esse.

Tutto induce a conchiudere che al pari delle altre forze essa deriva da una causa superiore, nondimeno noi dobbiamo confessare ancora, che questa emanazione della forza plastica di una esistenza assoluta offre qualche cosa d'incomprensibile e che oltrepassa i limiti della immaginazione. Oltracciò noi risguardiamo ogni tentativo per far derivare questa forza dall'esistenza assoluta come una chimera dell'immaginazione riscaldata, atteso che lo spirito umano non potrebbe elevarsi sino a sapere l'assoluto.

La forza plastica che procede con tanta armonia nei suoi atti non è assoluta. Essa dipende piuttosto da talune condizioni esteriori, nella cui sfera mostrasi attiva, ed al pari di tutte le altre forze ha pure i suoi limiti. Gli atti della generazione e della nutrizione hanno luogo soltanto in talune circostanze esteriori, quando la temperatura è in certo grado sotto l'influenza dell'aria, dell'acqua e della luce, e con lo stimolo degli alimenti. Ciascuna specie vegetale ed animale si mantiene ad una certa temperatura esterna che in verità è assaissimo differente nelle diverse specie degli esseri viventi. Un calore ed un freddo eccessivo limitano il potere generativo, lo sviluppo dei germi, la nutrizione, e finiscono con l'annientarsi. Ciascuna specie vegetale ed animale vive in una determinata sfera di esterne influenze sulla terra, nell'aria, nell'acqua, e mostrasi limitata ad una porzione più o meno estesa della superficie della terra, come vien provato dalla distribuzione geografica degli esseri viventi. Allorchè le piante o gli animali si pongono fuori delle primitive relazioni loro assegnate dalla natura, ne risulta spesso una limitazione nel loro atto generatore e nella loro nutrizione. Ciò che prova inoltre esser la forza di formazione acconcia a variare i suoi effetti fino ad un certo segno, mediante l'azione delle circostanze esteriori, si è che le razze animali e vegetali s'imbastardiscono e degenerano dietro i cangiamenti sopravvenuti per le influenze cui esse son sottoposte. Noi osserviamo ancora, che gli atti della generazione e della nutrizione dipendono dalle stagioni, che i tempi caldi li favoreggiano, mentre il freddo li limita, li sospende, o gli arresta affatto. Secondo gli stimoli fatti sugli organi cangia la nutrizione, si rende energica e si rallenta, oppure succede in altra guisa, come fan vedere numerevoli cambiamenti morbosi ed innormali, che sopravvengono agli organi, e donde nasce il disordine delle funzioni di questi. Vi sono certe influenze che celermente rendono nulla la nutrizione, estinguono la forza plastica, e distruggono la vita, come avviene con i veleni. Quando faremo parola delle condizioni esteriori della vita osserveremo fino a qual segno gli effetti della forza nutritiva o formativa dipendono dall'esterne influenze.

Le anomalie che i corpi organizzati presentano spessissimo nella formazione, configurazione, aggregazione e disposizione, pei vizj di conformazione o per ciò che chiamasi mostruosità, ci somministrano un'altra pruova della facilità con cui la forza plastica varia nella sua maniera di operare. Ogni specie di corpo vivente, quando sviluppasi e si forma in mezzo ad un liquido germinatore fecondante, è atto ad offrire variazioni e cangiamenti sempre rinchiusi in certi limiti. Talora osservasi un difetto in meno nello sviluppo regolare e nella mancanza di qualche parte; talvolta all'opposto ve n'ha sovrabbondanza. In questi le parti che dovrebbero essere riunite son separate: ed in quelli le parti, che dovrebbero esser distinte, son confuse le une colle altre. Però sia qualunque il grado di mostruosità, vi si riconosce sempre la specie cui esse appartengono. Questa particolarità ad evidenza prova che esse non si effettuano che al di quà dei limiti assegnati alle leggi di formazione proprie a ciascuna specie, e che le medesime non si estendono all'infinito. Noi rileviamo d'altronde che, sebbene spesso avvenga che non più si osservi l'armonia nella disposizione delle parti, quando non vi è mostruosità, pure non si potrebbe negare nella maggior parte dei casi uno stato di cose che si avvicina all'armonia, e che per conseguenza la forza plastica conserva anche allora uno dei suoi caratteri più evidenti.

Le considerazioni dianzi esposte ci fanno

Nec cuiquam sane haec attributa conveniunt, nisi omnipotenti rerum principio; quocunque demum nomine id ipsum appellare libuerit: sive mentem divinam cum Aristotile, sive cum Platone, animam mundi; aut cum aliis naturam naturantem; vel cum Ethnicis, Saturnum, aut Jovem; vel potius (ut nos decet) creatorem et patrem omnium, quae in coelis et terris, a quo animalia eorumque origines dependent; cujusque nutu, sive effatu fiunt et generatur omnia. (A)

conchiudere principalmente che la forza formativa intrinseca a tutti i corpi viventi, e di cui l'azione si esercita in un modo conforme alle leggi dell'armonia, che si trasmette da generazione a generazione, e che negli esseri generati mostrasi sottoposta nella sua azione alla influenza di alcune condizioni e circostanze esteriori, se giudicasene dai suoi effetti, dev'esser considerata come una forza particolare e diversa da tutte le altre conosciute. Per quanto l'esperienza ce lo dimostra, essa manifestasi nelle materie organizzate e nei corpi composti da queste materie, le quali differiscono dai corpi inorganici per la loro composizione, configurazione, maniera di aggregazione, non che per le loro proprietà. Una tal forza sembra dunque essere intrinseca alle materie organiche, e dipendente dalla loro costituzione materiale speciale, di cui noi vediamo gli effetti senza poter nulla dire intorno alla sua cagione primitiva e modo di agire, (1) caso in cui si trovano d'altronde tutte le altre forze. Talvolta i suoi effetti si appalesano nelle materie organiche in una maniera più libera e più indipendente, ma diversa soltanto in ragione dell'esterne influenze, alle quali queste materie sono sottoposte, come nella generazione equivoca o spontanea; talvolta essi offrono particolari modificazioni, e mostransi rinchiusi nei limiti determinati, come nelle specie vegetali ed animali che nascono per via di propagazione mediante organismi anteriori alle stesse, o per generazione univoca. Si domanda donde provengano le materie organiche, come ed in qual modo esse si producano colla forza di formazione loro intrinseca: noi siamo obbligati a confessare francamente la nostra ignoranza su tal proposito; poichè l'origine primitiva delle materie organiche e dei corpi viventi è affatto fuori la sfera della esperienza, come lo è ancora quella dei corpi inorganici e della materia in generale. La cagione finale della esistenza della forza plastica è al pari di quella di altre forze, come dell'attrazione, della ripulsione, e delle loro modificazioni, dell'attrazione meccanica, della gravità, della coesione ed adesione, non che di quella dell'affinità chimica, un segreto, del quale, secondo ogni apparenza, non mai perverremo a misurare la profondità, al dire di Buffon (2). Nello stato e nella disposizione delle nostre facoltà intellettuali, noi siamo obbligati ad ammettere siffatte forze senza che potessimo dar ragione della causa della loro esistenza e produzione.

La forza formativa, sebbene sia una e la stessa che la forza primitiva, pare essere modificata talmente nella sua azione, per circostanze riguardanti il modo di accrescimento della terra, che essa produce perciò le diverse specie vegetali ed animali nelle quali si manifesta sempre nella medesima guisa, e dà origine a germi di spe-

(1) *Buffon* Hist. Nat. t. II, pag. 45 ec. « *Quale può essere la forza attiva, la quale fa sì che la materia organica penetri il modello interno, e si unisca o piuttosto s'incorpori intimamente con esso? sembra che esistano in natura forze, come il peso, che son relative all'interno della materia, e che non hanno alcuna relazione colle qualità esteriori dei corpi, ma agiscono sulle parti più intime e le penetrano in tutti i punti. Queste forze non potranno giammai cadere sotto i nostri sensi, perchè la loro azione facendosi sull interno dei corpi, ed i nostri sensi potendo rappresentarsi sol ciò che opera nell'esterno, esse non son cose che noi possiamo osservare. Bisognerebbe perciò che i nostri occhi invece di rappresentarci le superficie, fossero organizzati in modo da rappresentarci le masse del corpo, e che la nostra visione potesse penetrare nella intima composizione della materia. Egli è dunque evidente che noi non avremo giammai l'idea chiara di queste forze penetranti, nè della maniera come esse operano: ma nel tempo medesimo non è meno certo che esse esistano, che per mezzo loro si producono la più gran parte dei fenomeni della natura, e che devesi particolarmente loro attribuire l'effetto della nutrizione e dell'accrescimento, giacchè noi siamo sicuri, che ciò non può farsi che per mezzo della intima penetrazione dell'interno modello: giacchè come la forza del peso penetra nell'interno di tutta la materia, nel modo stesso la forza che spinge o attira le parti organiche del nutrimento, penetra ancora nell'interno dei corpi organizzati, e ve li fa entrare per la sua azione.* » (A)

(2) Hist. Nat. t. II, pag. 3, ec. « *La facoltà di produrre il suo simile, che risiede nei vegetabili, questa specie di unità che sempre sussiste, e che pare eterna, questa virtù procreatrice che si slancia perpetuamente senza mai distruggersi, è per noi un mistero, di cui non ci è dato misurare la profondità.* » (A)

rie simili, finchè le circostanze o esterne condizioni sieno le stesse, quanto ai punti essenziali. Ciò che pruova questa asserzione si è, che se noi giudichiamo secondo gli avanzi degli animali e dei vegetabili disseminati nei diversi strati della terra, vi è stato su tal riguardo un certo ordine di successione e di gradazione; e paragonando questi avanzi di un antico mondo colle specie oggi esistenti, noi riconosciamo esserne scomparse un gran numero, probabilmente dopo i cangiamenti sopravvenuti nelle cosmiche relazioni. Noi possiamo anche convincerci che ciascuna specie vegetale ed animale non esiste che nel cerchio di talune esterne circostanze, e che l'è dalla natura assegnata una certa dimora sul pianeta. Ma quali sono i cangiamenti che la terra ha provati con lo scorrere dei tempi, e da quali cagioni essi dipendono? È questo un problema che i geologi cercano di sciogliere: sebbene sieno essi giunti a dimostrare diversi cangiamenti prodotti dal fuoco e dall'acqua, nondimeno la causa finale di siffatte rivoluzioni è anche tra le cose sottratte alla nostra indagine (1).

Poichè noi non siamo in grado di conoscere nè l'origine primitiva della forza di formazione, nè la cagion finale della sua azione, al pari di altre consimili forze, e perciò dobbiamo tenerla come inesplicabile nella sua causa, la fisiologia in tale stato di cose non può altro proporsi che l'esame dei fenomeni e degli effetti di tal forza nelle diverse specie dei corpi viventi; di ricercare le cagioni, dalle quali essi dipendono, e ristabilire le leggi della loro azione, per quanto ci è permesso farlo, seguendo la via dell'osservazione, della esperienza e di una saggia riflessione.

CAPITOLO VIII.

Della secrezione degli umori.

La secrezione di materie vaporose o liquide è una proprietà appartenente a tutti i corpi viventi. La medesima è egualmente importante per la conservazione degl'individui e per quella della specie. I liquidi segregati sono o aggiunti agli alimenti, dei quali essi fanno l'assimilazione, o rigettati al di fuori come vere materie escrementizie, a fine di preparare il succo nutritivo con gli alimenti, e di mantenere questo nello stato di composizione necessaria a compiere l'atto della continuata nutrizione. I corpi organizzati oltre ciò preparano per un certo periodo della loro vita dei liquidi generatori che perpetuano la durata delle specie.

Diamo una rapida occhiata sulle secrezioni dei vegetabili e degli animali, indichiamone le proprietà e gli usi, e facciamo conoscere la struttura degli organi addetti a prepararle.

1. *Secrezione nei vegetabili.*

Le secrezioni dei vegetabili si distinguono in esterne ed interne. Le prime, che sono più numerose, consistono principalmente nella esalazione di una materia vaporosa dalle foglie per contribuire all'assimilazione dell'umor nutritivo. Oltracciò materie escrementizie liquide di diversa specie sono eliminate dalle glandule e dai peli. Si possono benanche annoverare fra l'esterne secrezioni quelle dei liquidi generatori, e dei nettari dei fiori. Quanto alle interne separazioni, sono desse relative agli umori, che si versano negli spazj in

(1) *Swammerdam ha detto il vero (Bibl. Nat. t. II, pag.* 867): Cum Dei opera iisdem omnia regulis inniti, verasque eorum causas, aut primitivas origines, nobis absolute imprescrutabiles esse, neque hinc revera, nisi extimam simplicis duntaxat umbrae divinorum miraculorum superficiem, a nobis cognosci, manifestissimum sit: hinc pro certissimo habeo, quod omnis philosophorum cognitio ac sapientia solummodo in accurata perceptione elegantium illorum phaenomenorum sive effectorum, quae a causis primis producuntur, notabilesque vicissim aliorum saepe effectorum causae sunt, unice sita sit. Quapropter omni etiam studio ac industria id incubendum foret, ut isthaec tandem phaenomena exactissime pernoscamus, et ex his dum firmas positiones, regulas, conclusiones et ratiocinia legitime deducamus. Alioquin enim facillime a veritatis tramite aberramus; si quando de natura, quae prorsus inexhausta est, disputantes sufficientibus destituimur experimentis, quae sola viam nobis, in spississima ignorantiae nostrae caligine, hanc aliter ac bacillus coeco, praemonstrari possunt, et debent. Imo vel nostra ipsorum culpa tunc contingit, ut, quae in rerum natura levi negotio cognoscenda offerunt, non solum obscura nobis, sed etiam inesplicabilia fiant, nostramque hinc inscitiam ac coecitatem potius, quam scientiam, magis magisque augeant. (A)

forma di sacchi, e che si chiamano serbatoj degli umori. Le secrezioni dei vegetabili, considerate sotto un aspetto generale, non riguardano che la preparazione del succo nutritivo e l'atto della generazione.

I principali organi della esalazione vaporosa sono le foglie, siccome si è detto trattando della respirazione dei vegetabili. Mariotte, Hales, Duhamel, Bonnet, Martino, Woodward, Knight, L. C. Treviranus ed altri han dimostrato tale escrezione con esperimenti, ma i medesimi ne hanno assai diversamente valutata la quantità nelle specie vegetabili (1). Quel che è certo si è, che la traspirazione è sostenuta dall'influenza della luce, e che detta funzione è molto più attiva quando si assorbano liquidi per mezzo delle radici in un tempo caldo ed ai raggi del sole. Essa direttamente è ricongiunta all'accrescimento ed alla energia delle piante, sulla vita delle quali ha essenziale influenza. Allorchè essa è assai abbondante, arresta lo sviluppo e consuma la vita; e sopprimendosi, ne conseguitano malattie.

La materia della traspirazione delle foglie esposte alla luce si compone di ossigeno e di acqua. Dietro le osservazioni di Chevallier, *il chenopodium vulvaria* esala anche l'ammoniaca, e G. Sprengel dice aver ravvisato che talune piante crescendo alle rive del mare, esalano cloro. Molti alberi velenosi come l'*antiaris toxicaria, l'hippomane biglandulosa* ed altre euforbie esalano materie acri oppure narcotiche Lanini ha rinvenuto nella sostanza traspirata dal *rhus toxicodendron* raccolta la notte del gas idrogeno carbonato insieme con un principio acre. Il traspirabile, massime quello che esala al sole, si precipita anche qualche volta in forma di gocciolette, fenomeno a cui è dovuta la rugiada delle foglie.

Le foglie di alcune piante segregano anche acqua in forma liquida, come avviene qualche volta in quelle del *pisang* secondo le osservazioni di Miller e di Bierkander. Munting ha osservato la stessa cosa nelle foglie di un *arum*, Habenicht in quella della *calla aethiopica*, e L. C. Treviranus in quella della *ludolphia glaucescens*. In talune specie di *nepenthes*, di *sarracenia* e di *cephalotus* fassi costantemente una secrezione abbondante di limpida e dolce acqua nelle appendici delle foglie che sono in forma di sacchi e sovente coperti di coverchiotto, siccome Grimm e Rumph l'hanno osservato nel *nepenthes distillatoria e phyllamphora*. Le ricerche di L. C. Treviranus ci fan rilevare che le pareti del sacco che terminano la foglia della prima di queste piante, contengono un gran numero di veri vasi spirali con picciole escrescenze a forma di glandule che hanno picciole aperture, ed egli crede probabile che la secrezione dell'acqua facciasi in questi organi. G. F. Smith ed Elliot ammettono del pari che l'acqua la quale trovasi nelle foglie cresciute delle *sarracenie* sia esalata da esse. Brown opina pure che l'acqua dolcigna che incontrasi negli otricciuoli del *cephalotus* trasudi anche da alcune parti dell'otricciuolo. Da ultimo L. C. Treviranus ha osservato una secrezione di acqua nella spiga fiorale dell'*amomum zerumbet;* il liquido conteneva un poco di mucco con una materia analoga alla fibrina. Una simile secrezione ha luogo ancora nelle gemme fiorali della *nicandra physaloides*.

Le foglie di parecchi alberi, come dell'acero, del tiglio, del pioppo, del salcio, dell'olivo ec. segregano nelle calde stagioni, quando l'aria è molto secca ed il sole ardente, una materia vischiosa contenente mucco e zucchero, detto pegola *(melligo)*. Un tempo si attribuiva siffatta secrezione ai bacherozzoli, ma L. C. Treviranus ha fatto vedere di essere principalmente separata dalle foglie. Fa d'uopo annoverare fra questa categoria la secrezione della manna nei paesi caldi. Da ultimo si annovera pure fra le secrezioni liquide delle foglie la materia resinosa del *populus balsamica* e la cera della *myrica cerifera*. È cosa degna di essere osservata che i vegetabili i quali hanno assorbito per le loro radici diverse materie organiche o inorganiche nocive alle piante, questi si sforzano ad eliminarle per mezzo delle foglie, come assicurano i sig. Schuebler e Zeller colle loro esperienze su diversi sali.

Tra gli organi destinati alla separazione

(1) *Hales dice aver osservato che un girasole alto tre piedi e mezzo esalava circa sei once di traspirabile in dodici ore nel corso della giornata; un piccolo ceppo di vite, cinque; un piccol melo, nove: un cedro, sei; un cavolo mezzano, tre. Martino valuta la quantità del traspirabile di un cavolo a ventitrè once in ventiquattr'ore; quella di un gelso giovane a diciott'once; e quella di un piede di grano d'india a sette grossi.* (A)

di liquidi di specie differentissima, si annoverano alcune parti per lo più composte di picciole cellette strette le une con le altre, ed in parte penetrate da vasi, dai botanici distinti col nome di glandule. Si possono citare per esempi le picciole elevatezze carnose e segreganti un umore viscoso che veggonsi sul picciuolo delle foglie di ciriegio e di altre *amigdalacee* e *rosacee*, l'elevazioni verrucose dell'erba ghiacciata (*mesembryanthemum crystallinum*). Spessissimo le glandule son connesse con i peli che sono sovente articolati, e risultano da una o più cellette elevate al di sopra della superficie vegetabile, e contengono un canaletto lungo il loro asse. Vi sono due specie di peli secretori; quelli che son muniti di glandule (*pili glanduliferi*) e quelli che si possono considerare come i dutti escretori delle glandule (*pili excretorii*). Alla prima serie appartengono *i pili cupulati* in forma di piccioli filamenti terminanti in una glandula concava, come i peli del cece. Questi segregano, secondo Deyeux, un succo acre composto di acido acetico, malico e ossalico. Però non è cosa rara il non trovarvisi affatto quest'ultimo acido secondo le osservazioni di Dulong d'Astafort. Nella stessa serie sono compresi pure i *pili capitati*, semplici filamenti con rigonfiamento glandulare globoso, come nel *Dictamus albus*, ed i *peli polycephali* nei quali ciascun filamento ramoso termina con una picciola testa glandulare, come nel *croton penicillatum*. I peli delle ortiche e della *Malpighia urens* possono annoverarsi tra i condotti escretori delle glandule situate alla loro base: l'umore è acre e contiene probabilmente un acido vegetale assai concentrato, ed essa non apparisce di fuori se non quando le glandule sieno stimolate, toccate o compresse da un corpo estraneo. Probabilmente sono di tal classe anche i peli dell'*hieracium amplexicaule*, della *madia viscosa*, della *nicotiana glutinosa*, dell'*hibiscus* ec., i quali versano dei liquidi viscosi ed oleosi.

I fiori segregano materie vaporose e liquide. Quando gli stessi sono esposti alla luce, assorbono del gas ossigeno ed esalano gas acido carbonico secondo l'esperienze di Saussure. I fiori non emanano gas idrogeno, nè gas azoto, siccome taluni fisiologi han fatto rilevare. Nella maggior parte dei vegetabili la materia traspirata dai fiori spande ad un tempo un odore particolare, che probabilmente nasce da un olio essenziale che talvolta si evapora insieme col polviscolo, e talvolta è segregato dalle verruche, o dalle lacune glanduliformi dei petali.

Tra le secrezioni liquide dei fiori, indipendentemente dai liquidi generatori onde diremo in seguito, vi ha un succo, che contiene zucchero, il quale è separato dagli organi glanduliformi chiamati nettarj. Soyer Willemet con le sue osservazioni ha fatto conoscere, che organi simili, ma più o meno rilevati, si rinvengono in tutti i vegetabili che hanno stami e pistilli. Questi organi hanno forma svariatissima, or quella di piccole glandule arrotondate, or di tubercoli, or di fossette, or di pori, o d'incavature ec., sopra l'ovario, sul calice, o alla base dei petali o degli stami. L'umore, da essi segregato, contiene zucchero, sovente in tale quantità da cristallizzare, come *Odhelius* l'ha rilevato ai fiori della balsamina, e G. Jaeger in quella del *rhododendron ponticum*. La secrezione di quest'umore è sì abbondante in talune piante, come nella bananiana, e nella *hoya carnosa*, che scola dai fiori. Finora ignorasi se il medesimo prende parte nella fecondazione delle piante, come C. C. Sprengel (1), Perroteau, Smith, Soyer Willemet ed altri hanno cercato di provare, ovvero se esso ha qualche relazione con questa funzione, siccome Desvaux ha conchiuso con le sue esperienze, distruggendo o togliendo i nettarj. Sembrami che l'umor segregato nei nettarj, e che è tanto più abbondante quanto l'aria è più calda e secca, sia destinato ad irrorare gli organi genitali evaporandosi, e di mantener questi nello stato necessario ad affettuarsi la fecondazione. Forse lo stesso umore è il mezzo che fa operare il vapore del polline sullo stimma.

Fra le secrezioni interne quella dell'aria richiede di essere esaminata in primo luogo. Parecchi vegetabili fatti adulti hanno degli spazj pieni di aria, descritti da Grew col nome di cavità midollari, da Mirbel detti lacune, e da Rudolphi vasi aerei. A

(1) Das entdeckte Geheimniss im Bau und in der Befruchtung der Blumen, *Berlino*, 1793, in 4. *Egli pensava che il succo segregato nei nettarj contribuisse alla fecondazione delle piante, attirando degl'insetti, come api, farfalle, taluni ditteri ec. i quali se ne nutriscono, e nel succhiarlo portano il polline sul pistillo. Kurt. Sprengel è stato anche di questa opinione.* (A)

questi si riferiscono i cavi tubolosi divisi da setti, e tappezzati da una secca pellicola, che si trova nel fusto delle graminacee, e che rinviensi ancora nel midollo degli alberi e degli arboscelli in svariate forme e grandezze. Se ne trova benanche nel fusto erbaceo, nei picciuoli e nei peduncoli di moltissime dicotiledonee, come nello stelo delle ombrellifere, nel pisciarello, nei picciuoli della mimosa ec.; dessi son considerevoli, massime nei fusti, nei picciuoli e nei peduncoli di molte piante acquatiche, nella *nymphaea,* nel *potamogeton,* nella *trapa natans* ec. Tutti gli accennati spazj esistenti nel tessuto cellulare non si veggono pur nelle piante picciole, poichè a questa epoca della vita il tessuto cellulare abbonda di umori. Soltanto in una certa età i succhi spariscono e son rimpiazzati dall'aria nelle cellette, le quali acquistano ad un tempo maggiore ampiezza. S'ignora se i serbatoj dell'aria formansi soltanto mercè la distensione e la lacerazione delle cellette che producono l'accrescimento delle piante, o se la formazione e la raccolta di aria nel loro interno si rannodasse cogli atti della nutrizione e dell'incremento. Noi non sappiamo precisamente se vi s'introduca di fuori ovvero si segrega per mezzo di vasi. Malpighi credeva che vi fosse portata dai vasi spirali; altri la fan nascere dalla scomposizione dei liquidi nel tessuto cellulare. Gli spazj pieni di aria o i canali intercellulari di tante piante a tessuto cellulare più fitto contengono nel loro interno piccioli corpi duri ed aderenti alle loro pareti che Decandolle chiama *raphides.* Sprengel ha rinvenuto di siffatti corpicciuoli nel tessuto cellulare del *piper magnoliaefolium;* Rudolphi nei vasi aerei della *tradescantia* e della *musa;* Kieser nella *calla aethiopica* e nell'*aloe verrucosa;* Decandolle padre, nella *tritoma uvaria,* nella *littoea geminiflora* e nel *crinium latifolium;* Decandolle figlio, nella *nyctago jalappa* e nella balsamina. Sono gli accennati corpicciuoli probabilmente piccoli cristalli che si formano negli umori.

Le secrezioni interne liquide offrono una grande diversità. Le medesime comprendono gli olj grassi e volatili che rinvengonsi nelle varie piante, come la gomma, i balsami, e le resine, che sovente si son confusi coll'umor nutritivo delle piante. Si trovano spesso in mezzo agli spazj esistenti nel tessuto cellulare che ne forma le pareti, come l'han dimostrato Mirbel e L. C. Treviranus. La forma di tali serbatoj non è la stessa dappertutto. Talvolta sono picciole cellette, borse o piccioli sacchi; tal altra han forma di tubi, di canali o di picciole tasche più o meno allungate e che terminano in fondo saccato. Dei sacchi, delle cellule o vescichette arrotondate contenenti un olio volatile o grasso son situate sotto l'epidermide nel parenchima delle foglie di mirto, delle auranziacee, dei *metrosideri* delle melaleuce, delle conifere e di molte altre piante, non che nella corteccia delle arance e dei limoni. Si trovano simili cellette nelle foglie del *laurus camphora,* donde si genera la canfora. Negl'inviluppi dei semi di un gran numero di ombrellifere, come del comino, dell'anisi e del finocchio, veggonsi tubi brevi chiusi all'estremità e ripieni di un olio volatile. I vasi che separano la gomma rappresentano dei canali. Se ne trovano nel midollo dei tigli, nel midollo e nella corteccia delle malvacee, nel fusto dell'*abroma augusta,* nei picciuoli dell'*hybiscus.* Dei simili canali contenenti gomma incontransi nelle specie di *rhus,* di *cacalia,* di *aloe* ec. Si rinvengono liquidi balsamici o resinosi in lunghi sacchi o tubi, formati da un tessuto cellulare assai condensato, che Grew chiamava vasi di terebentina, in mezzo alla corteccia dei *pinus, larix, juniperus, thuya e pistacia.*

Tutti gli accennati umori sembrano esser segregati dal succo nutritivo nei serbatoj che li rinchiudono a fine di mantenerli nello stato di composizione che esso deve avere, acciò il travaglio della nutrizione possa continuare ad eseguirsi. Là esse non si muovono nè per loro stesse, nè per alcun impulso estraneo; e sembra che non si consumino nell'atto dell'accrescimento. Le medesime non soffrono di vantaggio cangiamenti essenziali. Per i progressi dell'età delle piante, esse perdono le loro parti acquose e finiscono col disseccarsi.

II. *Secrezione negli animali.*

Le secrezioni degli animali sono più numerose e svariate di quelle dei vegetabili. Noi vediamo crescere il numero e la diversità dalla base fino all'apice della scala animale, insieme colla complicazione della struttura, colle moltiplici ed intense manifestazioni della vita. Diamo un cenno delle secrezioni animali in appoggio di questa asserzione.

I fluidi segregati rispetto alla loro forma e consistenza si dividono in vaporosi o aeriformi e liquidi. Tra i primi si annoverano le materie che si traspirano

dalla pelle e dagli organi respiratorii, non che l'aria dalla vescica natatoria dei pesci. I numerosi liquidi in diversissimi gradi di consistenza compongono le restanti secrezioni. Il siero del tessuto cellulare, delle membrane sierose, delle camere dell'occhio, del laberinto dell'orecchio è assai scorrevole, sebbene il suo peso specifico sorpassi quello dell'acqua, seguono poscia le lagrime, l'orina ed il sudore. La saliva, l'umor pancreatico, la bile, il muco, la sinovia, lo sperma, il latte ec. hanno maggior consistenza e sono spesso filamentosi. Le sostanze grasse, il sevo ed il grasso del tessuto cellulare, il midollo delle ossa, il cerume delle orecchie e le diverse materie segregate nelle cripte della pelle, sono benanche più consistenti, e non si fanno fluide che ad un certo grado di calore.

I fluidi segregati in forma liquida possono dividersi in sei classi, secondo i principali materiali di cui son composti.

1. Liquidi sierosi simili al siero del sangue, composti di gran quantità di acqua, di un poco di albumina disciolta, e di sali che trovansi in quest'ultima. A questa classe appartengono le proprietà del tessuto cellulare, i liquidi delle membranee sierose ed articolari, quello delle camere dell'occhio e della capsula cristallina e del laberinto dell'orecchio.

2. Liquidi albuminosi che distinguonsi per una gran quantità di albumina, come il succo pancreatico, lo sperma, l'umore delle uova di De Graaf, il succo della tiroide e del timo; da ultimo il latte, il quale oltre la materia sierosa, contiene del grasso e molti sali.

3. Liquidi mucosi nei quali predomina il muco animale come quello della bocca, della dietro bocca, dello stomaco, del canale intestinale, del naso, e delle vie della respirazione, degli organi orinarii e genitali, ed infine il liquido segregato alla superficie della pelle nella maggior parte degli animali acquatici.

4 Liquidi grassi od oleosi, come il sevo ed il grasso del tessuto cellulare, il midollo delle ossa, i liquidi separati nelle cripte della pelle, il cerume delle orecchie, il liquido delle glandule di Meibomio, il fluido grasso del prepuzio e dell'orifizio della vagina della donna, il storeo, il zibetto, il muschio, il fluido delle glandole dell'ano, l'olio della glandula presso il coccige degli uccelli, la cera delle api ec.

Tiedemann.

5. La saliva, la bile, l'orina, le lagrime ec. contengono molti sali e per lo più sostanze animali particolari.

6. Liquidi nei quali predominano gli acidi, come il sudore, il veleno delle api, gli umori che cacciano le formiche e molti altri insetti ec.

Se noi consideriamo le secrezioni secondo l'uso cui sono destinate nell'animale economia, vediamo esser desse importanti per più riguardi alla conservazione della vita, e per l'esecuzione di diverse funzioni. Sulle prime si possono dividere in due grandi classi, quelle cioè necessarie alla conservazione dell'individuo, e quelle necessarie alla perpetuazione della specie. Le prime continuano per tutta l'esistenza di ciascun individuo, le seconde all' opposto non si effettuano che per un certo periodo della vita, cui benanche si ricongiungono per lo più in certe epoche dell'anno.

Le secrezioni destinate alla conservazione dell'individuo son parimente divise in due sezioni; quelle che eliminano dei liquidi dalla massa degli umori rigettandoli fuori; e quelle che versano dei liquidi in cavità, ove dopo aver eseguiti diversi uffizj o concorso a funzioni, son riprese per assorbimento e ricondotte nella massa degli umori. Ai prodotti delle prime classi il nome di liquidi escretori, ed ai secondi quello di liquidi secretori.

Tra i liquidi escretori e secretori sembra esistere questa differenza, che gli ultimi contengono parti costituenti organiche di forma semplice, o globetti, che si sono in effetto rinvenuti nella saliva, nell'umor pancreatico, nello sperma e nel latte, mentre non ve ne sono nell'orina, nella bile, nelle lagrime ec.

Alla classe dei liquidi escretori (nella cui espulsione vi sono frammischiate da una banda certe sostanze non assimilabili passate dagli alimenti nella massa degli umori, dall'altra i materiali usati e renduti informi, riassorbiti dagli organi, e per mezzo dei quali il succo nutritivo trovasi per conseguenza in uno stato che permette la continuazione della nutrizione) appartengono:

1. La materia esalata dagli organi respiratorj, i cui principj costitutivi sono stati di già indicati di sopra;

2. La traspirazione cutanea, il sudore, e le materie grasse, oleose o muccose dei tegumenti generali;

3. L'orina;

4. Molti elementi della bile come la resina, il grasso, il principio colorante ed i sali;

5. Parecchi umori con l'ajuto dei quali certi animali si guarentiscono dalle insidie dei loro nemici, come il nero delle seppie, la porpora (petecchia), gli umori di molti insetti, ed il veleno di diverse armature, specialmente il pungiglione delle api, degli scorpioni ec.

6. Da ultimo l'umore con cui i ragni ed alcuni molluschi formano dei tessuti o tele.

Si possono dividere i liquidi secretori in più sezioni, secondo il loro uso ed il posto che essi occupano nell'economia animale:

1. Liquidi che sono uniti agli alimenti introdotti nel tubo alimentare, e che n'effettuano la dissoluzione e l'assimilazione, come i liquidi digestivi dianzi indicati. Il succo gastrico ed intestinale, la saliva, l'umor pancreatico, ed in parte anche la bile;

2. Liquidi appartenenti all'assimilazione del chilo e della linfa nel sistema linfatico. Io annovero fra quelli gli umori segregati nelle glandule linfatiche, ed in quelle senza dutti escretorj, come la milza, la tiroide e le capsule sopra-renali, liquidi che vengono assorbiti dai linfatici, e che si mescolano alla linfa stessa contenuta in detti vasi;

3. Liquidi versati in cavità, ove essi facilitano i movimenti automatici o volontarj, come le secrezioni delle membrane sierose ed articolari. Si può anche qui riferire la sierosità depositata nel tessuto cellulare in tanto ch'essa favorisce le contrazioni e le dilatazioni dei muscoli al di dentro dei grani cellulosi;

4. Liquidi che servono di centri negli organi dei sensi, e mercè i quali gli oggetti esterni son trasportati fino ai nervi per far nascere in essi degl'incitamenti. Tali sono i liquidi dell'occhio e del laberinto dell'orecchio; il muco del naso, ed in parte ancora la saliva;

5. Liquidi che son depositati su diversi punti del tessuto cellulare, ove essi vengono poscia riassorbiti sia quando gli animali son privi di alimenti, sia quando per l'esaltamento delle manifestazioni della vita ne abbisognino in maggior quantità. Il grasso va in questo numero. La sua quantità diminuisce qualora si ha fame nel sonno d'inverno, nella secrezione dello sperma, nella gravidanza e nella lattazione.

Alla seconda classe di liquidi secretori appartengono quelli che son necessarj alla conservazione della specie.

1. La materia genitale femminea contenuta nella vescichetta dell'uovo del germe, nonchè i liquidi che parecchi animali emettono insieme col germe servendo alla sua nutrizione, come il bianco ed il giallo dell'uovo;

2. Lo sperma;

3. I liquidi segregati dalla prostata e dalle glandule di Cowper e che mescolansi allo sperma;

4. I liquidi contenuti negl'inviluppi del feto;

5. Il latte segregato nelle zinne dei mammiferi;

6. Finalmente i diversi liquidi ove sono immersi gl'insetti, per farne serbatoi delle loro uova, affine di guarentirle dall'esterne nocive influenze. Qui si possono annoverare ancora quelli di cui i bruchi e le altre larve degl'insetti formano la loro tela, nonchè la cera.

Se noi consideriamo gli organi che separano questi differentissimi umori e le condizioni colle quali si effettua la secrezione, dobbiamo dapprima distinguere gli animali privi di vasi da quelli che hanno un sistema vascolare. Nei primi come in certi infusorj, polipi, meduse, e la maggior parte degli entozoi (1), la secrezione consiste semplicemente in un trasudamento o esalazione nelle due superficie del corpo di materiali del succo nutritivo contenuto nella loro massa omogenea, senza che sia possibile di assegnare alcun organo secretore speciale. La superficie esteriore che effettua ancora la respirazione sembra solamente eliminare materie escretorie, sia in forma di vapore, sia di muco, che rende questi animali sdrucciolevoli. Al contrario alla superficie interna della cavità alimentare che è a contatto cogli alimenti introdotti nel corpo, si eseguisce la secrezione del succo digestivo dissolven-

(1) *Veggasi la nostra nota della pag.* 99 *a* 108 *intorno al sistema irrigatore che Delle Chiaje ammette in questi esseri. Egli di più nel margine dell'ombrello del* rizosomo Aldrovando *vide una quantità di acini secretori un liquido cianico situati fra le maglie dell'irrigatorio sistema: anzi nella terminale biforcatura dei suoi vasi efferenti trovasi altra glandula rossastra. A questi follicoli sono analoghe le glandulette giallo-verdiccie ricche di cerulei globettini esistenti nei margini del pallio della* velella. Il Trad.

le ed assimilatore in forza dell'eccitazione prodotta da queste sostanze.

Negli animali provvisti di vasi sanguigni, il sangue è sempre la sorgente della secrezione e contiene i materiali di diversi umori. I vasi lo conducono agli organi secretori. Talvolta alcuni di questi materiali son posti a parte immediatamente per le più delicate ramificazioni dei vasi che penetrano negli organi secretorj: altre volte vi sono pure degli organi particolari di struttura differentissima, detti glandule, che effettuano la secrezione dei liquidi col sangue che la circolazione loro riconduce. La secrezione fatta dai vasi delicati diresi esalazione, e quella per mezzo delle glandule diresi secrezione glandulare. La prima sembra consistere in una separazione ed eliminazione di certe parti dal sangue: poichè i liquidi prodotti per esalazione son quelli che più si approssimano a siffatto fluido rispetto alla loro composizione. Nella secrezione glandulare il sangue fornisce bene i materiali per produrre i liquidi: ma detti liquidi, per le manifestazioni vitali del parenchima delle glandule, soffrono tali cangiamenti nella loro composizione, che non si possono considerare come semplici essenze, ma come veri prodotti del sangue.

La esalazione effettuata dalle ramificazioni più delicate dei vasi sanguigni si effettua per lo più alla superficie libera delle membrane sia all'esterno, sia all'interno, e nelle cavità del corpo. La traspirazione cutanea, che ha luogo nel più gran numero di animali, è una esalazione esterna, come lo è quella di acido carbonico che fassi sulle appendici della pelle delle branchie. Fra le interne esalazioni si annoverano la materia traspirabile dei polmoni e delle trachee, la secrezione di un liquido acquoso non muccoso, che si effettua alla superficie intima di tutte le membrane muccose e quelle dei liquidi prodotti dalle membrane sierose e sinoviali. La secrezione dei liquidi dell'occhio e del laberinto si fa pure per esalazione. Da ultimo secrezione di tal fatta ha luogo ancora nel tessuto cellulare ove esso determina in effetto la formazione della sierosità e del grasso.

Le glandule presentano numerose differenze nella loro struttura. Si possono dividere in semplici cripte, follicoli o cavità terminate da un fondo di sacco in vasi cavi cilindrici o ramificati, ed in glandule propriamente dette o glandule nel senso più stretto della parola.

Le cripte rappresentano delle fossette o picciole escrezioni di varia forma e grandezza nelle cui pareti si ramificano delle strette reticelle di vasi sanguigni sottilissimi che dirigono la nutrizione. L' umore segregato staziona qualche tempo nel loro interno e n' esce per picciole aperture dietro gli stimoli che agiscono su questi organi. In tutte le membrane muccose si rinvengono di tali cripte e son dette glandule mucipare o follicoli muccosi, perchè sono i secretorj delle muccosità di siffatte membrane. Desse sono talvolta separate le une dalle altre e talvolta ravvicinate, ammucchiate. Le prime, ossia le cripte semplici, trovansi sotto forma di picciole cavità arrotondate, piatte e provviste di un solo orifizio, al palato, alla lingua, nella trachea arteria, nell'esofago, nello stomaco e nel canale intestinale della maggior parte degli animali. Trovasi pure nella membrana muccosa dei condotti biliari e della vescichetta del fiele, negli ureteri, nella vescica, nella membrana muccosa della vagina. Le cripte agglomerate sono le tonsille, le glandule stomacali del *pangolin* del castoro, quelle dello stomaco glanduloso degli uccelli (1) e le glandule del Peyer (2) nel canale intestinale. Tra le medesime bisogna pure annoverare quelle di Cowper.

Queste piccole cavità o sacchi sono numerosissime nei tegumenti comuni. Esse vi segregano una materia grassa o oleosa che versano di fuori ed hanno il nome di cripte o glandule sebacee. Tali sono le

(1) *T. Cornelio cosentino, sommo onore della scuola medica napolitana, fu il primo fisiologo sperimentale ch'ebbe l'Italia. E tra le interessanti novità, di cui arricchì il patrimonio della scienza, annoverasi la scoperta delle glandule lattifere nella ingluvie dei colombi, le quali veggonsi espresse in figure nel vol. III della* Notom. comp. *di Delle Chiaje e rilegate al vero loro ufficio.* Il Trad.

(2) *Delle Chiaje* (Mem. cit. Nap. 1825, II, 248) *è stato il primo a riunire tali argomenti di fatto, onde provare che dette glandule furono scoperte dall'immortale M. A. Severino, e 27-45 anni dopo ne fu data lode a Pechlin, Peyer, Wepser e Brunner: tutti trascurando di fare giustizia al citato nostro compatriotta, che le rinvenne nel porco: onde è che con ragione Delle Chiaje le denomina* glandule *del Severino, anzichè Pechliniane o Peyerane.* Il Trad.

cripte sebacee delle palpebre, le glandule che separano il cerume, le cripte dell'ano, le cavità che separano materie grasse che trovansi nelle parti genitali nella borsa del muschio, del castoro, le cripte che separano il zibetto, ec.

Dei sacchi più o meno lunghi e dritti o canali ramosi fanno la secrezione dei liquidi negl'insetti. I vasi secretori della saliva e della bile non sono che semplici appendici del tubo alimentare. I vasi seminiferi, gli ovarj ed i vasi delle scanalature hanno una forma analoga. Cuvier ha tentato di stabilire che i materiali dei liquidi segregati da questi sacchi alla loro fine escono dal seno nutritivo che si spande nell'interno del corpo a traverso le pareti del canale intestinale: ma questa opinione non è plausibile dopo che si è scoperta negli animali una completa circolazione. Noi dobbiamo piuttosto ammettere che le ramificazioni più delicate dei vasi sanguigni son connesse con questi canali escretori, come J. Mueller gli ha osservati sui condotti ovarj delle *montes*. I vasi seminiferi ed i dutti ovarj di alcuni vermini sono analoghi ai sacchi secretori degl'insetti. Si possono egualmente qui annoverare le appendici piloriche dei pesci ossei (1).

Le glandule propriamente dette ossia le conglomerate, come le salivali, i reni ec. che negli animali vertebrati e nei molluschi son destinate alla secrezione degli umori, offrono numerose differenze nella loro forma, nel loro colorito, nella consistenza e struttura. Parlando in generale questi sono organi cavi, più o meno arrotondati e fatti a lobuli, ai quali serve di base una membrana muccosa ramificata, e nei quali si distribuiscono numerose ramificazioni di arterie, di vene, di linfatici e di nervi uniti per mezzo di tessuto cellulare. Là dove le arterie si risolvono in ramificazioni più sottili, e convertonsi in vene, esse formano per lo più per l'intercigliamento delle loro reticelle, certe nodosità e piccole masse di figura particolare dette grani glandulosi *(acini)*. Da siffatti grani nascono finissimi vasi, radici dei condotti secretori, che sono immediatamente connessi colle più tenui ramificazioni delle arterie, se giudicasene almeno secondo ciò ch'è provato pel fegato e pei reni. Questi vasi emanati da acini glandulosi, e che attirano il liquido separato dal sangue, si riuniscono in rami, branche, tronchi, ed unisconsi ad una membrana muccosa o ai comuni tegumenti con i quali contraggono un legame sì intimo che si possono considerare come appendici ramose. Le glandule salivali, il pancreas ed il fegato hanno i dutti escretori che versano i liquidi segregati alla superficie della membrana muccosa del tubo intestinale di cui esse rappresentano altrettante appendici ramificate. I condotti escretori dei reni hanno per base una membrana muccosa particolare che si unisce colla porzione terminale del tubo intestinale o colla membrana muccosa degli organi genitali. Lo sperma segregato nei testicoli e nelle vescichette germinatrici formate negli ovarj son versati in una membrana muccosa particolare che in molti animali comunica parimenti col sacco alimentare. Le zinne e le glandule salivari, legate alla congiuntiva dell'occhio sono glandule i cui dutti escretorj apronsi alla pelle esteriore, e di cui la membrana muccosa si continua all'orifizio con i comuni tegumenti. In alcuni apparecchi secretori i dutti escretorj formano anche delle dilatazioni o serbatoj particolari, ove si uniscono i liquidi segregati, ed ivi restano per qualche tempo. La vescichetta biliare, la vescica, le vescichette seminali ed i sacchi lattiferi sono serbatoj di tal sorta. I dutti escretori nel loro interno hanno sempre per base una membrana muccosa inumidita dai liquidi segregati, e sulla cui esterna superficie trovasi o una vera membrana muscolosa o un tessuto analogo alla membrana fibrosa dei vasi sanguigni, il quale per la loro irritabilità e contrattilità dirige il cammino dei liquidi separati.

Si può benanche stabilire una classe di glandule prive di condotti escretori, le linfatiche, che risultano da un intreccio di vasi linfatici afferenti ed efferenti, tra i quali i vasi sanguigni si dividono in ramificazioni estremamente sottili: egli è verosimile che nel passaggio del chilo e della linfa attraverso di questi plessi vi si mescolino materiali del sangue arterioso che contribuiscono alla loro assimilazione. Io annovero tra le glandule del sistema linfatico la milza ch'è assai ricca di linfatici, di vasi sanguigni e di nervi, e nella quale preparasi, mediante il sangue arte-

(1) *Uffizio identico Delle Chiaje assegna alle tre caverne, da lui scoperte, e piene di follicoli, le quali esistono prima del cardiaco orifizio stomachico dello* squadro mustolla *tra i pesci cartilaginosi.* Il Trad.

rioso, un liquido coagulabile che viene assorbito dai linfatici per versarlo nel canale toracico. Forse uopo è annoverare anche in questa serie le capsule soprarenali, la tiroide ed il timo (1).

La disposizione delle arterie nelle glandule offre grandissime differenze. I vasi sono quasi diritti in alcune, laddove in altre serpeggiano molto. Nelle prime essi rappresentano specie di piccioli alberi, nei secondi dei pennelli, ed altrove ancora dell'espansioni stellate o raggiate. Il loro diametro è benanche assai vario, siccome la distribuzione dei vasi nelle diverse glandule sembra essere in relazione colla natura dei liquidi da queste segregati, è probabile che dessa influisca sull'atto medesimo della secrezione, sebbene nulla conoscasi di positivo su tale subietto. Le vene delle glandule presentano parimente delle differenze. In talune di esse sono quasi diritte, ed in altre flutuose e divise in reticelle. In alcune glandule la comunicazione delle vene colle arterie si dimostra per mezzo di accurate iniezioni; la massa di queste passa facilmente dalle une nelle altre, mentre che altrove la dimostrazione presenta grandi difficoltà. Questa meccanica disposizione forse non è di poco importante per la secrezione, attesochè essa influisce sulla prontezza o lentezza colla quale il sangue giugne alle glandule o le abbandona. La diversa quantità di linfatici che entra nella struttura delle glandule e l'abbondante assorbimento di principj acquosi o di altri liquidi segregati possono benissimo avere anche influenza sulla costituzione di questi ultimi. In fine quanto ai nervi che si distribuiscono nelle glandule, e che per lo più hanno la loro origine dai ganglj nervosi, devesi del pari loro attribuire una forte influenza, quantunque non ancora conosciuta, sul lavoro della secrezione. Forse nei nervi formasi un agente imponderabile che, a somiglianza dell'elettricità galvanica, determina dei cangiamenti nel sangue, percorre le reticelle vascolari sottili delle glandule, e le rende atte alla secrezione, cosa che è stata ammessa da Wollaston, Berzelius, Brodie, Wilson Philipp ed altri. Almeno è provato che le irritazioni nervose e lo stato del sistema nervoso nelle affezioni morali e nelle malattie cambiano considerevolmente l'attività delle glandule ed i loro prodotti. Noi ritorneremo su questo subietto trattando della secrezione dei liquidi nell'uomo.

Dopo l'esposte generali osservazioni intorno alla secrezione dei liquidi e sugli organi che vi sono addetti, diamo un'occhiata sui liquidi escretori i quali offrono tante particolarità, che ciascuna specie di animale può esser considerata come un lavoratorio di cangiamenti e di combinazioni che accompagnano le sue manifestazioni di vita. Si è già parlato della secrezione dei succhi digestivi, non che della parte che essi prendono nell'atto dell'assimilazione, e più innanzi tratteremo dei liquidi generatori. Prescindendo dall'esalazione degli organi respiratorj e della bile, la classe dell'escrezioni comprende benanche i liquidi versati sui comuni integumenti, come l'orina, il nero della seppia (2) e la porpora (3), la materia di cui diversi molluschi ed insetti si servono per fabbricare tessuti, ed in fine molti pesci. Siffatti liquidi sono eliminati o dal sangue venoso o dall'arterioso. Il primo principalmente dà l'esalazione degli organi respiratorj e la bile dei mammali. Il sangue arterioso fa l'orina e gli altri liquidi escrementizj. Negli animali che vivono nell'aria ha luogo

(1) *Delle Chiaje, che ha recentemente descritto le glandule soprarenali nei Batracj e nei Pesci cartilaginosi; che ha fatto conoscere la esistenza della glandula tiroide nelle e negli* squadri *fra i Pesci, negli Ofidj e nei sauri tra i Rettili e che ammette tracce di timo nel* colubro natrice; *opina di avere siffatti corpi chiara fabbrica grano-glandulosa senza parziale o comune dutto escretorio, e che per gli stretti rapporti serbati specialmente dalle glandule renali col sistema sanguifero venoso epato-urico, son da lui credute ausiliarie dell'ematosi o processo dei Rettili in particolare.* Il Trad.

(2) *Delle Chiaje ha fatto conoscere che dal fondo di tale serbatoio sorge speciale organo secretorio ramificato fra l'interna tunica di simile ricettacolo.* Il Trad.

(3) *Lo stesso nostro compatriotta, dopo le infruttuose ricerche di Olivi, Rosa, Gallini, Celdoni, Meckel, ha determinato che siffatto organo secretorio si trovi fra il principio del fegato e il pellio di varii molluschi testacei (*murici e baccini*) ed è la causa nel sol lione di far divenire la carne di detti animali nociva.* Il Trad.

abbondante escrezione mediante l'esalazione negli organi respiratorj ed alla superficie della pelle, mentre negli animali acquatici si evacua proporzionatamente maggior quantità di materie escrementizie pel fegato e pei reni.

La pelle di tutti i mammali, uccelli e rettili che vivono nell'aria, quella degli insetti, quando è molle, esala acqua insieme con acido carbonico. Secondo le esperienze di Edwards, la esalazione è soprattutto abbondante nei rettili che han pelle nuda, come nei ranocchi, nei rospi, nelle salamandre,di manierachè quando gli accennati animali rimangono lungo tempo esposti ad un'aria assai secca, la loro vita non tarda ad indebolirsi, per cagione della gran perdita di liquidi che essi soffrono. In generale la traspirazione cutanea degli animali si aumenta per la secchezza e calore dell'aria, non che pel rinnuovamento di quest'ultima, ed in circostanze eguali essi perdono più del lor peso che in un'aria fresca, umida e tranquilla. La diminuzione della pressione atmosferica produce l'aumento della traspirazione cutanea, come Edwards ha potuto convincersi ponendo alcuni ranocchi in un recipiente della macchina pneumatica. Oltre a che materie liquide si segregano ancora alla pelle degli animali che vivono all'aria. Tale è per esempio nei mammali, in molte scimie, nei ruminanti, nei pachidermi, nei solipedi, il sudore liquido acre contenente quasi sempre dell'acido acetico libero e diversi sali, la cui escrezione ha luogo allorchè l'aria è assai calda e gli animali fanno dei grandi movimenti. Gli animali coperti di pellicce o quelli che oltre a lunghi peli ne hanno ancora certi fini e simili alla lanugine, come i carnivori, i rosicchiatori ec. non sudano affatto, come anche gli uccelli ed i rettili coperti di scaglie e di scudi.

Finalmente liquidi grassi od oleosi si spandono alla superficie della pelle nei mammali, negli uccelli e nei rettili.

Dell'escrezioni grasse, esalanti materie di odore più o meno forte che formano un'atmosfera particolare attorno degli animali, si effettuano alla pelle di tutti i mammali viventi nell'aria, e son prodotti da cripte semplici o composte, come Tyson la prima volta ha dimostrato. Oltre che il sangue sembra esser mantenuto mediante queste escrezioni nello stato di composizione che gli permette di poter servire alla nutrizione: esse contribuiscono ancora alla conservazione dei tegumenti e li guarentiscono benanche dall'umidità che potrebbe penetrarvi. D'altronde le volatili odorifere esalazioni che si diffondono spesso a lontananza nell'aria fan sì che gli animali si conoscano in distanza e si possano perciò ritrovare. La loro escrezione è abbondante, massime all'epoca dell'accoppiamento, ed è probabile perciò che gli animali sieno incitati alla copula dall'influenza che le materie volatili esercitano sul sistema nervoso per mezzo dell'organo dell'olfatto. Le materie della traspirazione di odore svariatissimo secondo che fanno impressioni piacevoli o ingrate agli animali sembrano oltre a ciò determinare le simpatie e le antipatie esistenti tra essi. Da ultimo molti animali si liberano dai loro nemici accaniti mercè la loro traspirazione. Delle cripte glandolose segreganti materie di tal sorta si trovano sulle diverse parti della pelle: noi l'esaminiamo un po' minutamente per cagione dei rimarchevoli prodotti della loro secrezione.

Parecchi mammali hanno delle cripte glandulose in testa. Negli elefanti tanto maschi che femmine vedesi presso la regione temporale sotto la pelle una grossa glandola piatta e rotonda che componesi di una massa spugnosa disseminata di una gran quantità di vasi sanguigni. In questa massa si rinvengono alcune cavità a fondo di sacco che si riuniscono in un condotto escretorio comune il cui orifizio osservasi alla tempia tra l'orecchio e l'occhio. Queste glandule separano un liquido vischioso grasso e di cattivo odore, il quale, come il dicevano Strabone, Ariano ed altri, scola abbondantemente all'epoca della frega copulare,ma sempre in più gran quantità nel maschio che nella femmina.

La pelle della faccia dei cheirotteri, specialmente del *vespertilio murinus* e *noctula,* offre da ciascun lato presso il naso, al di sotto dell'orbita,un sacco glandulare piatto, giallo bruniccio internamente diviso in picciole celle da più laminette. All'esterno osservasi un'apertura rotonda, dalla quale esce, comprimendosi il sacco, un liquido grasso bruno-gialliccio che spande intenso odore di muschio, dal quale umore nasce l'odore particolare dei pipistrelli. Nel formicoliere a due dita, al medesimo sito io ho rinvenuto una glandola analoga. Nella marmotta sulla pelle della faccia ho veduto molti piccioli follicoli untuosi secernenti un liquido grasso, esalanti un odore agliato fortissimo. L'animale spande lo stesso odore quando viene irritato, come io l'ho osservato ancora sulle marmotte addomestichite.

In molti ruminanti, massime del genere dei cervi ed in molte *antilope* a ciascun lato verso l'angolo interno dell'occhio è una fossetta che conduce in una fenditura, la cui pelle è munita di follicoli secernenti un liquido assai consistente, vischioso e grasso. A siffatte fossette si è dato il nome pur troppo improprio di *gocciolatoi*.

I *dicotyles torquatus* e *labiatus* hanno sul dorso un sacco ovale con pareti glandulose, la cui rotonda apertura termina di fuori tra le seti, come Tisone la prima volta ha fatto osservare. Il liquido grasso separato in detti sacchi secondo Azara esala odore di aglio.

Alcuni mammali hanno dei follicoli glandulosi situati sui lati del tronco o sul petto. Nei topi campagnoli alle parti laterali del corpo sulla pelle e nascosto sotto i peli osservasi un organo secretore di cui Pallas ha fatto la prima volta menzione, e che Geoffroy Saint-Hilaires ha poscia esaminato più attentamente. Siffatto organo forma una grossa massa ovale e piatta composta di gran numero di grani glandulosi. All'estremo è munita di peli corti e radi. Il liquido ch'esso segrega spande un odore assai penetrante quasi simile a quello del muschio e pare che si esala da molti pori. Delle glandole analoghe esistono nella pelle delle tempia anche di odor di muschio. Il *didelphis marsupidis* ha sul petto una macchia gialla, dalla quale trasuda un umore rossiccio e grasso segregato nei follicoli cutanei.

Nella maggior parte degli animali appartenenti agli ordini dei carnivori, dei rosicchiatoii e dei marsupiani presso l'estremità del retto sotto la pelle ed i muscoli sfinteri dell'ano esistono dei follicoli rotondati od ovali detti glandule anali. Grew ha descritte e figurate quelle che rinvengonsi in molti carnivori. Essi separano una materia più o meno consistente grassa o sevosa bianchiccia gialliccia che esce da una picciola apertura al margine delle cutanee ripiegature dell'ano. La evacuazione di questo liquido ha luogo principalmente prima che escano gli escrementi; però molti animali possono anche farlo uscire a volontà quando ne risentano lo stimolo. Esso spande per l'ordinario forte odore vario a seconda delle specie. La maggior parte del genere dei gatti (1), dei cani (2), delle martore (3), delle civette ichneumoni (4), dei coati (5), degli orsi (6), delle lontre (7) hanno due di queste glandule. Nei rosicchiatori si trovano delle glandule anali, nel porco spina, (8) nel cavia (9) nella

(1) *Queste glandule segregano un umore gialliccio fetidissimo nel leone (Daubenton in Buffon Hist. Nat. t. IX, p. 32, tav. 4, fig. 1). Esse sono state osservate nella tigre (Perrault Mem., t. III, p. III, pag. 10. tav. 2) nella pantera (Daubenton loc. cit., pag. 83, tav. 16.) e nel conguar (ibid. pag. 225. (A).*

(2) *Il liquido è bianchiccio e di odore spiacevole, e comunica ai cani un aroma particolare (A).*

(3) *Nella* mustela foina e martes *è un liquido denso e gialliccio che spande un odore analogo a quello del muschio, che viene esalato ancora dagli escrementi dell'animale (Daubenton t. VII, pag. 170, tav. 19, fig. 1.). Nelle* mustela putorius, furo ed erminea, *esso è di un giallo-citrino smorto fetidissimo. (A)*

(4) *Cuvier Anat. Comp., t. V, pag. 258. Questa è una grossa borsa che circonda l'ano nella quale apresi gran numero di follicoli secernenti un liquido in parte giallo ed in parte bianchiccio. (A)*

(5) *Io ho rinvenuto il liquido grasso e bianchiccio fetidissimo nel coatibruno. (A)*

(6) *Liquido gialliccio fetido all'estremo. (A)*

(7) *Daubenton t. VI, pag. 278, tav. 42, 43. Ho rinvenuto nelle due grosse glandule anali della lontra comune un liquido di un bianco sporco, il cui odore si ravvicina a quello dell'olio di pesce. (A)*

(8) *Nel porco spino comune evvi quasi una dozzina di piccole glandule presso l'ano (Perrault Mem. t. III, p. II, pag. 41.). Il liquido che esse contengono è bianchiccio assai consistente, e secondo le mie osservazioni il suo odore è perfettamente simile a quello del bosso. (A)*

(9) *L'agouti comune ha due follicoli grossissimi che apronsi nell'ano, e che segregano un liquido verde gialliccio di odor di aglio ingrato all'estremo. Uno di questi animali, mio proprio, lanciava il liquido a getti di che esso avea paura. Io ho rinvenuto dei sacchi simili nei* cavia capybara, cobaya *ed altri. (A)*

marmotta (1) ec. Finalmente se ne sono egualmente osservate nei marsupiacei. Cowper ne ha vedute nel *sarigne* di Virginia, in cui sono state osservate anche da Daubenton e Vicq d'Azyr. Le due glandule anali contenevano un liquido verde gialliccio di odore spiacevolissimo che l' animale esalava quando veniva tormentato. Il cayopollin è munito ancora di siffatte glandule (2).

Nelle jene tanto maschie che femmine tra l'ano e la coda esiste una fenditura trasversale che conduce in una borsa. Questa è circondata da una membrana muscolosa che rinchiude nel tempo stesso quattro grosse glandule disposte a grappoli. Le glandule anteriori comunicano colla borsa per mezzo di due dutti escretori, secondo le ricerche di Daubenton, mentre le posteriori vi si aprono con numerosi orifizii. Il liquido contenuto nella borsa è grigio untuoso e di un odore simile a quello del formaggio guastato. Il tasso ha una borsa simile ma piccola, nella quale si aprono molte glandule lenticolari che, secondo ho io osservato, vi versano un umore grasso e gialliccio il cui odore è analogo a quello del miele fresco. Presso la coda della volpe a qualche dito traverso al di sopra della sua base, come l'avea di già osservato G. Bartolino, vedesi un sito in cui i peli hanno l'odore della violetta; nello stesso in molti piccioli follicoli si separa un liquido grasso cui è dovuto l'accennato odore. Nello desmano di Russia che spande odore di zibetto, Pallas nel principio della coda ha rinvenuto tra le scaglie da quattordici a sedici glandule disposte a due fila, le quali segregano un grasso consistente donde esala detto odore.

Alcuni mammali hanno delle borse glandulose tra l'ano e le parti genitali. I zibetti maschi e femmine hanno in questa regione del corpo una fenditura che conduce in una borsa: da questa partono due sacchi, nei quali apresi gran numero di follicoli composti di picciole glandule vote, come è stato riconosciuto dai signori Perrault, Th. Bartolini, Morand, Daubenton ed altri. Il liquido segregato in quest'organo e che chiamasi zibetto, si compone, secondo le ricerche di Boutron Charlare, di ammoniaca libera, di una sostanza grassa (elaina e stearina), di muco, di resina, di olio volatile, di una materia colorante gialla e di alcuni sali. Devesi parimente annoverare qui il sacco esistente nello stesso luogo nelle muffette in cui secondo Mutis terminano i dutti escretori di due grosse glandule nascenti dall'insieme di piccoli e numerosi follicoli. Queste glandule son rivestite all'esterno di una tunica muscolosa spessa di modo che l'animale ha la facoltà di lanciar lungi il liquido quando viene irritato: questo liquido è giallo carico e manda un odore agliato spiacevolissimo. Lassaigne l'ha trovato composto di un olio volatile e grasso di fortissimo odore, di una materia colorante, di un poco di zolfo e di picciola quantità d'idrosolfato di ammoniaca.

In tutti i mammali una materia grassa o sebacea che perlopiù diffonde particolare odore si segrega alla superficie del glande della verga e della clitoride sotto al prepuzio. Siffatto umore che preparasi in piccioli follicoli semplici si spande anche tra le labbra della vulva nelle femmine. Ma alcuni mammali hanno ancora grossi follicoli con pareti glandulose secernenti sostanze grasse od oleose e li versano in questa regione del corpo per mezzo di dutti escretori. Tali follicoli si rinvengono esclusivamente nei maschi o in entrambi i sessi.

Tra i follicoli che si trovano soltanto nei maschi annoverasi la borsa del muschio esattamente descritta da Pallas. Dessa è un gran sacco ovale situato sotto la pelle della pancia dietro l'ombilico. La sua faccia inferiore riceve in una gronda l'estremità anteriore della verga, ed è formato di tre membrane soprapposte, una esterna cellulosa in cui si spandono alcuni fascetti carnosi, una media disseminata di gran numero di vasi sanguigni, e l'altra interna molle che forma molte pieghe e crespe. L'apertura della borsa ch'è picciola, rotondata e circondata da peli radi trovasi immediatamente davanti all'orifizio del prepuzio. Attorno alla stessa son situati alcuni follicoli sebacei. Ne-

(1) *Io ho osservato nella marmotta due glandule anali secernenti umore bianchiccio di odore assai grato. Ho notato più volte che quando detto animale era tormentato e disturbato spandeva piacevole odore, facendo sporgere il suo ano al di fuori in guisa da rendere visibili le glandule anali.* (A)

(2) *Costeggiano l'intestino retto i dutti escretori delle due glandule anali che Delle Chiaje ha scoperto nel* vespertilio murinus. Il Trad.

gli animali adulti il sacco contiene una materia bruna assai consistente, secca e granosa, detta muschio, e che, giusta le ricerche di Blondeau e Guibourt e soprattutto di Geiger, è principalmente composta di una sostanza particolare volatile odorosissima che sembra essere un olio essenziale con colesterina, un poco di resina, di stearina e di diversi sali.

In ordine ai follicoli appartenenti ad entrambi i sessi i castori maschi e femmine, come Rondelet avea già osservato, portano quattro grossi sacchi glandulosi, dei quali due son situati in ciascun lato presso la cloaca, ove apronsi le parti genitali e l'ano al di sotto dello strato muscoloso della pelle, come han dimostrato Perrault, Gottwaldt, Kulmus, Sarrasin, Mortimer, Daubenton, e recentissimamente A. C. Bonn. I due follicoli anteriori più grossi e di forma ovale si aprono ciascuno con largo orifizio nel prepuzio che inviluppa il ghiande del maschio e la clitoride nella femmina a guisa di guaina. Le sue pareti sono assai spesse e composte di tre membrane, una cellulosa, una vascolare ed una interna spessa che forma molte pieghe. Il liquido segregato in questa cavità è consistente, di un grigio brunastro carico e di odore penetrantissimo. È questo il castoreo propriamente detto che giusta le analisi di Bonn, Bouillon-Lagrange ed altri contiene grasso, una materia analoga alla resina ed un olio volatile. Questo liquido sembra essere versato durante l'atto della copula. I follicoli posteriori sono più piccoli, piriformi, e composti ciascuno di tre piccioli sacchi che si aprono con orifizii molto diritti nella cloaca presso l'ano. Quelli sono benanche formati di tre membrane e contengono gran numero di piccioli grani glandulosi cavi che si aprono alla superficie della membrana interna. In questi follicoli che si assomigliano alle glandule anali di altri animali si separa un liquido oleoso giallo-bianchiccio, ch' è l' olio di castoreo, e di cui picciola parte sembra spandersi nella cloaca sempre che l'animale si sbarazza dei suoi escrementi.

Il sorcio muscato del Canadà, giusta le osservazioni di Sarrasin, è munito di due sacchi piriformi situati sotto la pelle avanti al pube la cui membrana interna, che forma un gran numero di pliche e di piccioli tubi, separa un liquido simile al latte quanto al colore ed alla consistenza, ma d'intenso odore di muschio. I due dutti escretori dirigonsi verso la verga presso il ghiande in forma di picciole papille. Nella femmina essi camminano lungo l'uretra ed apronsi dentro le labbra della vulva.

L'hamster, il sorcio, ed anche altri rosicchiatori tengono sotto al prepuzio due follicoli glandulosi secernenti un fluido grasso bianchiccio, e lo versano sul ghiande per mezzo di angusti dutti escretori.

Il lepre ha una glandula ovale in ciascun lato delle parti genitali esterne in un sito sprovveduto di peli, ed è munita di un orifizio. Dietro la glandola suddetta tra la verga e l'ano o tra l'ano e la vagina trovasi una fossetta che contiene un liquido gialliccio grasso e fetidissimo segregato nella glandula.

Alcune antilope hanno grossi follicoli untuosi presso le zinne. Perrault nel maschio e nella femmina dell'*oryx* ha rinvenuto due follicoli situati sotto le zinne nella regione inguinale e provveduti di glandule che si aprono nel loro interno per due piccioli orifizii. Daubenton ha riconosciuto nella gazzella follicoli simiglianti contenenti una materia grassa e bianchiccia. La borsa dell'*opossum*, secondo le osservazioni di Tyson e di Vicq-d'Azyr, è munita di piccioli follicoli sebacei che segregano un umore gialliccio di odore assai ingrato quando è fresco, ma quasi analogo a quello del muschio allorchè è disseccato.

Da ultimo i piedi di parecchi ruminanti presentano stretti follicoli untuosi sotto la pelle, la cui interna superficie è guernita di peli fini. Le pareti degli accennati follicoli rinchiudono gran numero di picciole glandole secernenti un liquido grasso e vischioso, il quale per mezzo di un'apertura coperta di peli spandesi tra le dita, nella cui pelle intermedia trovansi quasi sempre delle picciole glandule. Tali organi sono stati osservati la prima volta da Daubenton nei piedi posteriori di una gazzella. P. Camper gli ha rinvenuti nella renna, ove il liquido che essi contenevano era gialliccio oleoso e fetido. Smith gli ha osservati negli arti posteriori dell'alce: egli ha notato che il liquido segregato da essi era oleoso e fetidissimo e che esso aumentavasi all'epoca della copula. Livingstone, J. F. Meckel e Niemann han veduto benanche le suddette glandule nella pecora. L'umore oleoso scula probabilmente nella corsa, contribuisce alla conservazione delle unghie, e comunica alle tracce dell'animale particolare odore che gli fa trovare quelli della sua specie.

Si può paragonare ai follicoli esistenti sotto la pelle dei mammali la glandula situata presso il coccige degli uccelli, i cui dutti escretori apronsi all'estremità di due piccioli tubercoli. Il suo liquido oleoso sostiene l'agilità delle piume e le rende impenetrabili all'umidità; ed alle stesse è dovuto principalmente l'odore particolare che gli uccelli esalano. Oltre la detta glandula, che è più voluminosa negli uccelli di acqua che negli altri, molti di questi animali come gli aironi, le gallinelle, i merghi, i pivieri, i pinguini hanno eziandio numerosissimi piccioli follicoli analoghi disseminati nella pelle. Una picciola borsa a pareti glandulose che apresi nella cloaca e che porta il nome di Fabricio di Acquapendente pare che sia negli uccelli analoga alle glandole anali. Il liquido che esso segrega è untuoso, ed in molti, come nell'airone, spande fortissimo odore.

I rettili in diverse parti del corpo hanno delle glandole secernenti liquidi grassi od oleosi. I coccodrilli dell'antico e nuovo mondo esalano all'aria, massime quando sono esposti al sole, intenso odor di muschio già osservato dagli arabi Addamir ed Abdallatif sul coccodrillo del Nilo, non che da Pier Martyr d'Angleria sul caimano dell'isole americane. Vesling, Perrault, Hasselquist, Sonnini, Geoffroy ed altri l'hanno notato anche sul coccodrillo del Nilo; Dampier, Sloane, Plumier ed altri sul coccodrillo a muso sottile; Ximenez, Azara ed altri sul *jacarè*: i Gesuiti sul coccodrillo a caschetto, e fra Paolino sul mudela o gaviale. Siffatto odore nasce da una materia grassa mandata fuori mercè un'apertura da due follicoli glandolosi situati nella pelle al lato interno della mascella inferiore. Detti follicoli sono stati non ha guari descritti da Th. Bell. Se ne trovano anche dei simili presso l'ano. Le osservazioni del principe Massimiliano di Neuwied hanno stabilito che l'odore del jacarè è più forte all'epoca della copula che in altro tempo.

Molti saurici, e tra gli altri le iguane, al lato interno della coscia hanno una linea di piccioli follicoli muniti di rotondate aperture, i quali separano, massime all'epoca della copula, un liquido grasso, il cui odore non è ingrato, essendo questo simile a quello del fieno secco. Daudin nel tachidromo a quattro raggi ha scoperto due piccole vescichette situate tra l'ano e la parte superiore della coscia.

I serpenti verso la coda dietro la cloaca portano due lunghi sacchi otricolari terminati in punta, i quali son situati tra i muscoli coperti dalla pelle. Ciascuno di questi sacchi si apre in un tubercolo situato al margine del labbro posteriore della cloaca. Tisone gli ha osservati la prima volta nei serpenti a sonaglio. Redi e Morgagni gli ha veduti nella vipera. Io non solo non gli ho trovati negli accennati ofidiani, ma altresì nei colubri, nei boa, nei pitoni, ed anche nell'*anguis*. In quelle segregasi un liquido grasso giallicciо o verdiccio di odore penetrantissimo ed assai ingrato, che è soprattutto abbondante all'epoca della copula: giudicandosene per lo meno, giacchè in detta epoca l'odore si fa sentire più intensamente. Il liquore delle cripte anali dei colubri e degli *anguis* indigeni ha odore agliaceo quasi come quello dell'assafetida. L'esalazioni assai disgustose dei serpenti erano state già vedute da Marziale, Eiliano, Aldrovando, Gessner, Castelli ed altri. Kalm ha parimente osservato l'odore medesimo in serpenti vivi i quali lo tramandavano precipuamente forte allorchè erano esposti al sole quando venivano irritati. Col sentire soltanto il loro odore, che fa fuggire i cavalli e i buoi, spesso può indicarsi la presenza di detti ofidiani. R. Povall (1) e Graden (2) hanno osservato ancora il fetido e stupefaciente odore dei crotali, essi attribuiscono a questi il preteso potere di questi animali di affascinare, e cui dicesi che essi esercitano sui piccioli mammali ed uccelli: opinione sulla quale Barton ha promosso dubbi perentorii. Molti serpenti velenosi hanno altresì alla faccia alcune fossette particolari descritte da P. Russel ed Home. S'ignora se nelle stesse si segrega qualche liquido.

I rettili a cute nuda precipuamente i rospi e le salamandre, hanno moltissimi follicoli glanduliformi che apronsi alla

(1) London med. repository. *janvier* 1829. *Egli cita molti casi in cui uomini ancora sono stati vivamente incomodati dall'emanazioni dei serpenti a sonaglio.* (A)

(2) *Chapman* Philadelphia Journal, *maggio* 1824. *Egli medesimo avendo incontrato un gruppo di serpenti a sonaglio sotto le pietre fu assalito da stupefazione per l'emanazioni fetidissime che gli stessi gli arrecarono, stupefazione al punto da farlo cadere in sincope.* (A)

pelle. Glandole di tal natura riunite in due gruppi trovansi alla parte posteriore della testa. Allorchè l'animale viene incitato, esse separano abbondante liquido che nel rospo bruno spande odore di aglio. Il liquido delle salamandre è latticinoso, ed io ho riconosciuto che esse esalano un odore di gelsomino intensissimo, specialmente durante i freddi invernali. L'animale può slanciarlo alla distanza di alcuni pollici, come lo hanno osservato Wurfbain, Maupertuis e Laurenti.

Da ultimo molti chelonii esalano odor di muschio giusta le osservazioni di Daudin. Tali sono principalmente la *testudo odorata* e *pensylvanica*. Le sorgenti di tale odore non sono affatto note. Forse esso proviene da follicoli, che hanno connessioni con la cloaca, di che hanno parlato Caldesi, Perrault ed altri.

Molti insetti segregano fluidi vaporosi o liquidi per lo più dotati di forte odore, e che in varie circostanze, massime quando sono disturbati, versano alla superficie dei loro comuni tegumenti, per guarentirsi dalle aggressioni dei loro nemici. Tra l'esalazioni odorifere degli accennati animali, le quali fanno grata impressione sull'organo dell'odorato dell'uomo, io citerò l'odor roseo del *callichroma moschatum* e quello dello *staphylinus suaveolens* che è analogo a quello di una pera matura. L'odore dell'*oxytalus morsitans* è identico a quello dei fiori del nenuphar: l'*oxytalus rugosus* lo esala non dissimile da quello del crescione di fonte; il *dytiscus marginalis* da quello della liquirizia, il *ligaeus hyoscyami* da quello del timo: la *musca cyninsea* da quello del balsamo. Il *crabro flavus* spande un odore etereo penetrante. Il *trichius eremita* ha l'odore di marrocchino, ed alcune specie di andrenes hanno quello dell'aglio. Molti carabi esalano intenso ed ingrato odore analogo a quello del burro rancido dipendente da una materia grassa, che trasuda dal loro addomine. Le specie di blaps, di tenebrio, d'omalium, di blatta, di gyrinus, di cimex ec. mandano ancora spiacevole odore. Le *formiche fuliginosa*, *foetens*, *analis* ed altre esalano fetido odore. L'esalazioni dell'*hemerobia perla* e della *formica foetida* sono perfettamente analoghe a quelle degli escrementi umani.

Gli organi secretori di liquidi odorosi da Kirby e Spence detti *osmateria* sono stati scoperti in molti insetti. Essi consistono in vescichette vuote situate nell'interno del corpo, donde questi animali possono far salire una porzione al di fuori, quando essi n'evacuano il contenuto. Lo *staphylinus brunnipes* ha nell'addomine vasi ramosi, i quali escono dal suo corpo in forma di vescichette e versano un liquido di odore aromatico quando vien premuto l'animale. Secondo le osservazioni di Leon Dufour i cignali son muniti di due organi secretori situati nel retto, e son composti di un gran numero di piccioli sacchi allungati. Le *meloe* dai segmenti del loro addomine e dalle loro zampe emanano un liquido giallo segregato in alcuni follicoli. La stessa cosa osservasi nella *pimelia collaris* e nella *coccinella bipunctata*. Molti bruchi e larve hanno simili organi secretori. La larva del papilio machaon sul dorso, ad una certa distanza dalla testa, ha un follicolo che si fa prominente a guisa di corno mediante la compressione, e manda un liquido che esala odor di finocchio. Prominenze simili osservansi nelle larve del *pepilio apollo ed anchytes*. La larva della *chrysomela populi* sul dorso è provveduta di tubercoli neri e cavi, dai quali stilla quando si toccano un liquido bianco latticinoso e dotato di forte odore. Così sono anche le larve di certe mosche a striscia. La larva di una specie di questo genere tra le cinque paja anteriori di zampe porta dei grossi sacchi, le cui estremità sono attraversate da fori come un innaffiatoio: quando l'animale vien tormentato siffatti sacchi risalgono di fuori e spandono un odore assai ingrato.

Le secrezioni che si fanno alla pelle degli animali acquatici sono infinitamente più semplici di quelle che hanno luogo negli animali viventi nell'aria. Esse son limitate quasi esclusivamente all'escrezione di un muco. La pelle dei pesci segrega in più o meno abbondanza una mucosità vischiosa preparata in vasi o canali particolari, e che pel mezzo di aperture scola sulla pelle nuda o sulle scaglie. Stenone fu il primo ad osservare i vasi mucipari nella testa delle razze, degli squali e dell'anguilla. Lorenzini esattamente li descrisse nella razza elettrica. Un anonimo ha fatto conoscere quelli che esistono nella testa del luccio e dei carpi. Perrault ha dimostrato che i dutti muccosi partendo da una glandula alla testa discendono lungo le linee laterali dei pesci e mandano piccole branche tra le scaglie, ove essi hanno delle aperture, che Petit ha osservato anche nel corpo. Tali dutti muccosi sono stati descritti ancora da Lamorier, Al. Monro, Koelreuter, Gunner, Forster ed altri.

La pelle dei molluschi, degli anelidi, delle meduse ec. separa anche un mucco ch'è acre negli ultimi degli accennati animali.

Tutti gli animali vertebrati segregano orina liquida la cui composizione è complicatissima e svariatissima, e consiste in acqua ove son disciolte molte diverse materie. L'elemento principale dell'orina dei mammali è una sostanza animale particolare detta urea che si può estrarre dall'orina mercè lo spirito di vino, dopo averla concentrata coll'evaporazione. Questa sostanza cristallizza in prismi a quattro pani ed in foglie scolorate perfettamente trasparenti, non reagisce nè a modo degli acidi nè a quello degli alcali. Essa fra tutte le sostanze animali contiene maggior quantità di azoto. J. Davy, Prevost e Dumas l'hanno trovata ancora nell'orina di alcune specie di ranocchi. L'orina dei mammali carnivori contiene pure un acido particolare, cioè l'urico, che vi si deposita per raffreddamento in forma di pulvere grigiastra, e produce dei piccoli cristalli che hanno lo splendore di perla. Questo acido esce insieme cogli escrementi degli uccelli sotto l'apparenza di una materia bianca che dall'azione dell'aria vien convertita rapidamente in una polvere friabilissima. Wollaston e Chevreul l'hanno trovata abbondantissima, specialmente negli uccelli che si nutriscono di carne. Esso è cacciato nella stessa forma dalla lucertola comune, dal camaleonte, dall'iguano, dal coccodrillo, dal boa e dalle tartarughe. I sali esistenti nell'orina sono numerosissimi, essi consistono in calce, magnesia, ammoniaca, potassa e soda combinate cogli acidi urico, carboniro, fosforico, ed anche col solforico ed idroclorico I fosfati si rinvengono precipuamente nell'orina degli animali carnivori. Insieme coll'orina escono dal corpo certe sostanze coloranti e resinose non assimilabili che sono state prese unite agli alimenti e ricevute nella massa del sangue, insieme a diversi sali ed acidi. Tra questi annoverasi l'acido benzoico esistente nell'orina degli animali erbivori.

Gli organi della secrezione dell'orina rappresentano un apparecchio situato nella cavità addominale, composto di reni, organi glandulari, addetti alla secrezione, e dei loro dutti escretori cioè gli ureteri. Oltracciò molti animali hanno un serbatojo detto vescica in cui l'orina si accumula e donde essa esce per mezzo di un canale detto uretra. I reni che son doppi nei mammali, negli uccelli e nei rettili, e quasi sempre riuniti in una sola massa nei pesci, trovansi poggiati sulla colonna vertebrale al di fuori del peritoneo. In generale essi sono più voluminosi negli animali acquatici che negli aerei. Questi ultimi si sbarazzano di una gran quantità di materie escrementizie per i polmoni e per la pelle. Gli uccelli hanno pure reni più grossi dei mammali.

I reni dei mammali, che in taluni hanno la forma racemosa e risultano da più pezzi ammassati, son composti da due sostanze che hanno colorito e struttura diversa. La sostanza esterna detta corticale è rossa e più molle; tre grosse arterie nascenti dall'aorta vi si ramificano ad un punto estremo, ed altracciò contiene piccoli canali assai flessuosi chiamati dutti orinarj. Questi canali formano dei plessi avvolgendosi con i ramicelli sanguiferi e ricevono l'orina. L'interna sostanza chiamata tubolare o mammillonare rappresenta masse coniche in numero variabile, la cui base è circondata e ricoperta al di fuori dalla sostanza corticale.

Le interne estremità dei coni formano certi mammelloni sporgenti a guisa di crivelli con gran numero di forellini. I dutti orinarj flessuosi della sostanza corticale si prolungano nella sostanza mammillonare disponendovisi poscia in dritta direzione. Progredendo si riuniscono ad angolo formando tubi di maggior calibro e aprendosi alla superficie dei mammelloni. Questi sono circondati dai calici dei reni, specie di sacchi destinati a ricevere l'orina. I calici tutti riuniti formano il bacinetto renale a guisa d'imbuto che si continua coll'uretra.

I reni degli uccelli, dei rettili e dei pesci sono formati di una sola sostanza analoga alla corticale dei mammali senza calici e mammelloni, come Ferrein e Galvani hanno dimostrato. I flessuosi dutti orinarj si riuniscono in rami e branche, e così formano l'uretra. Secondo Jacobson l'orina di questi animali proviene principalmente dal sangue dei tronchi venosi della metà posteriore del corpo, che si ramificano nei reni a guisa della vena porta: ma questa asserzione in verun modo è provata.

In tutti i mammali gli ureteri conducono l'orina nella vescica, serbatojo situato nella cavità addominale, ch'è composta da una membrana muccosa, da una cellulosa o vascolare e da altra muscolosa forte e spessa. Questa col contrarsi espelle l'orina fuora per mezzo dell'uretra. All'opposto negli uccelli gli ureteri apronsi nella cloaca ove si mescola l'orina collo sterco. Non-

dimeno nello *struzzo* e nel *casoario* (1) la cloaca che riceve l'orina è separata dal retto mediante una valvula circolare già indicata da Perrault, e della quale Geoffroy S. Hilaire non è gran tempo ha dato minuta descrizione. Gli ureteri nei rettili si aprono benanche nella cloaca. Tuttavia molti di questi animali hanno una vescica situata alla superficie inferiore della cloaca e che comunica colla stessa per mezzo di un largo orifizio, nella quale si raccoglie l'orina. Questa vescica si trova nei *ranocchi*, nei *rospi*, nelle *salamandre*, nel *proteo*, nelle *tartarughe*, non che tra i saurj negli *iguani*, nei *camaleonti*, nei dragoni, in molti *agami* e *geckos*, nella *lucertola comune*, e tra gli ofidj negli *orveti* e negli *anfisbeni*. All'opposto la stessa manca ai *coccodrilli*, a molti saurj ed alla maggior parte degli ofidj. Townson ha preteso che questa borsa non è vescica orinaria, ma un serbatojo per l'acqua che s'introduce per la cloaca o per la pelle; ma questa opinione è confutata da che Lassaigne e Boissel hanno rinvenuto dell'acido urico nel liquido contenuto nella vescica di una tartaruga d'India, e Vauquelin ha trovato un vero calcolo orinario in detta vescica (2).

Nei pesci gli ureteri comunicano in un canale situato dietro l'ano in cui si aprono anche i dutti spermatici e gli ovidutti. In alcuni di questi animali, la rana pescatrice, il lepre di mare *(cyclopterus)*, nei *gadi*, nei *carpi*, nei *lucci*, nei *salmoni* ec. i due ureteri riunisconsi e formano un cavo simile ad una vescica.

Gl'insetti ed i molluschi escreano un liquido analogo all'orina. Brugnatelli nel papiglione del gelso (3) da poco uscito dallo stato di crisalide, ha scoperto dell'urato di ammoniaca, del carbonato e fosfato di calce e del fosfato di magnesia. Herold e Rengger risguardavano quali sorgenti di questo liquido i dutti che sono connessi col tubo intestinale, ai quali la maggior parte degli zootomisti attribuiscono la separazione della bile. Infatti Wurzer ha osservato dell'urato di ammoniaca nel liquido di questi vasi. Come ha fatto osservare J. F. Meckel è probabile che essi effettuano la separazione dei due liquidi escrementizj, l'orina e la bile.

Jacobson ha riconosciuto dell'acido urico nel liquido della borsa o della ghianda calcarea delle lumache, che Swammerdam, Poli ed altri risguardano come organo destinato alla formazione dei materiali terrei della conchiglia. Questo liquido abbonda nella borsa degli animali specialmente durante il sonno in tempo d'inverno. G. R. Treviranus ha del pari rinvenuto dell'acido urico nella borsa calcarea delle lumache e dei datteri di mare. Blainville pretende che la borsa la quale separa la sostanza nera nelle seppie e gli organi secretori della porpora sieno anche organi addetti a separare l'orina.

Molti molluschi segregano liquidi colorati che sembrano analoghi all'orina. Tali sono il nero delle seppie ed il rosso porporino di alcuni gasteropodi. Il primo è un umor nero o bruno carico, atto a dividersi infinitamente nell'acqua, che secondo Kemp si coagula col bollire e coll'azione degli acidi minerali, dell'alcool, dell'etere e della tintura di noce di galla. Prout e Gmelin vi hanno rinvenuta una materia colorante carica di carbonio, altra sostanza animale analoga al mucco, alcuni sali calcarei ed altri, e quasi sempre poco ferro. Giusta le osservazioni di Swammerdam, Lamorier, Cuvier ed altri questo liquido è separato da una borsa situata rimpetto al fegato, nel cui interno veggonsi molte pliche, le cui pareti rinchiudono degli acini glandulosi attraversati da gran quantità di vasi sanguigni. Il dutto escretore di questa borsa si apre nell'ano. Mercè le contrazioni dei suoi muscolosi tegumenti, l'animale spinge a volontà la sua materia nera per lo stesso canale donde si espellono gli escrementi. Poichè questo umore intorbida prontamente l'acqua che circonda il cefalopode, sembra un mezzo destinato, come Plutarco (4) disse, a guarentire l'ani-

(1) *Il casuarius, da casuwaris, nome indiano, è un genere di uccelli dell'ordine dei trampolieri distinto dalle ali più corte dello struzzo. Questi uccelli sono inabili al corso, hanno i piedi con tre dita provvedute di unghie, sulle piume hanno alcuni peluzzi barbati.* Il Trad.

(2) *Il sig. Delle Chiaje ne rinvenne uno assai grosso nella vescica orinaria della* testuggine terrestre *che fu analizzato da Guarini e si trovò composto di acido urico e calce.* Il Trad.

(3) *È questa una farfalla dell'ordine dei lapidotteri detta* papilio mori. Il Trad.

(4) *Egli dice che siccome i* Dei di Omero *nascondeano i loro favoriti nelle nubi per involargli a coloro che gli addentavano, la seppia può far lo stesso col suo umore.* (*)

male dalle insidie dei suoi nemici. Meckel ha ravvisato nei *doris* un simile organo glanduloso, il cui dutto escretore apresi nel retto.

La porpora sulla quale Fabio Colonna, Cola, Normann, Réaumur, Duhamel, Bring, Peyssonel, Stroem, Olivi, Bossi, Cortinovis ed altri hanno fatto ricerche in molte specie del genere *murex (m. brandaris, trunculus), buccinum (b. echinophorum, lapillus), janthina, aplisia,* in una cavità glandulosa situata sotto il mantello presso il retto ed il sacco secretore dell'orina o della borsa calcarea, colla quale essa ha probabilmente immediate connessioni (1). Il liquido che non è stato ancora sottoposto ad esatta analisi, secondo Lesson, prende una tinta verde quando vi si versano degli alcali. Esso si divide all'infinito nell'acqua, come il nero delle seppie, e probabilmente mette gli animali che ne son forniti in salvo dalle aggressioni dei loro nemici.

Fra le secrezioni degl'insetti havvi ancora un umore che merita di esser considerato; è quello con cui questi animali tessono delle tele e delle reticelle. Le larve delle farfalle crepuscolari e notturne, non che delle diurne, si costituiscono un inviluppo in cui si nascondono quando sono divenute crisalidi. La materia di questi gusci è segregata in forma di liquido viscoso, in due lunghissimi tubi flessuosi, situati lungo il canale intestinale, detti vasi setosi, e che sono stati esaminati da Malpighi nel baco da seta, da Lyonnet nella larva che rosicchia il legno del salice.

L'umore che si dissecca all'aria in forma filamentosa, nel bigatto, secondo le osservazioni di Board, è composto di una materia analoga alla gelatina, di poca cera e di piccola quantità di olio. Le larve dei *frigani* che vivono nell'acqua circondate da piccole pietre disposte a fodero, formano l'aperture di questo tubo con fili setosi che esse separano per l'ano. Nella larva del mirmicoleone la materia setosa incontrasi nel retto, secondo Ramdohr. Negli aragnei l'umore colloso col quale essi formano le loro tele sì variamente configurate, nasce da quattro tubercoli situati alla parte superiore del corpo. Da ciascun tubercolo o filiera parte un canale che si divide in un numero grandissimo di tubi estremamente sottili, come è dimostrato dalle osservazioni di Leeuwenhoek, Réaumur, Degeer e G. R. Treviranus. Giusta le osservazioni di Hallé, Kirby e Spence, Teed e Murray, gli aragnei possono lanciare il liquido in forma di filo sui corpi lontani, ciò che loro permette di costruire delle specie di ponti, mediante i quali essi passano da un luogo ad un altro.

Fra il numero dei prodotti particolari segregati dagl'insetti annoverasi benanche la cera colla quale le api costruiscono le cellette destinate alla loro prole. Dalle osservazioni di Hornbostel, Thorley, F. Hunter e G. R. Treviranus risulta che questa sostanza è separata nelle piccole cavità membranose situate alle scaglie, sotto forma di lamine bianche assai minute che l'animale elabora in seguito mescolandovi la sua saliva.

Fra i molluschi, le specie del genere *mytilus, pinna* ed altri, al pari di molti insetti, preparano una materia setosa. Questa materia è separata in una glandula scoperta da Cuvier, ed è situata sotto la base del piede: i movimenti di questo fanno uscire il liquido e lo attaccano alle rocche.

Da ultimo parleremo ancora dei diversi liquidi escrementizj velenosi. Non si conosce tra i mammiferi che un solo animale, il quale sia munito di un organo che separa un liquido velenoso. Questo è l'*ornitorinco.* I maschi hanno alle zampe di dietro uno sperone corneo fornito di una piccola apertura per mezzo della quale possono mandare un liquido venefico (2).

(1) *Delle Chiaje nei più grossi molluschi gasteropedi testacei* (Murice Tritone e Buccino Galea) *ha descritto il vero organo porporifero, oltre l'esposto dall'Autore, ed al quale Virgilio alluse:* tyrioque ardebat murice lena. Il Trad.

(2) *In marzo 1817, si lesse alla società linneana di Londra, una lettera di Giovanni Jameson, di Macleay, la quale conteneva le prime notizie sullo sperone velenoso dell'*ornitorinco. *Jameson ferì uno di tali animali con un debole colpo di fucile; un uomo che l'accompagnava se ne impadronì, e fu ferito al braccio dallo sperone: il membro gonfiò immantinente, e vi vider sopravvenire tutti i fenomeni che hanno luogo quando alcuni uomini sono stati morsicati dai serpenti: nulladimeno gli accidenti cedettero con l'uso esterno dell'olio e dell'ammoniaca internamente. Il ferito provò lungamente dolori nel braccio, e dopo un mese ricuperò il suo membro. Hill (Linnean Trans., 1822. t. XIII. pag. 2.) ha veduto una goccia*

Quest'apertura conduce, secondo le ricerche di Blainville, Rudolphi e J. F. Meckel, in un piccolo canale che percorre lo sperone, e lo mena in una piccola vescica, con cui comunica una grossa glandula situata alla coscia (1), la quale segrega il veleno.

La femmina ha una piccola fossetta ove ritrovasi uno sperone in rudimento. L'*echidneo* ha pure uno sperone, e probabilmente una glandula analoga.

Ignorasi se negli uccelli vi sia esempio di organo preparatore del veleno.

Gran numero di rettili segrega veleno. Le glandule che effettuano tale uffizio nei serpenti, ed i condotti escretori dei quali si aprono nei denti aguzzi, arronciglíati, possono estimarsi del numero delle glandule salivari, del che si è già favellato parlando di quelle glandule. I rospi segregano nei folliculi glandulari della pelle un liquido acre ch'essi slanciano per difendersi, quando sono perseguitati da qualche nemico. Parecchie di tali glandule sono riunite in due ammassi alla parte posteriore della testa, ed altre sono sparse sul dorso. Secondo le ricerche di Pelletier (2) e I. Davy (3) il liquido è gialliccio oleoso, e di un sapore amarissimo. Esso opera come sostanza acre e corrosiva sulle porzioni delicate della pelle e vi eccita dolore (4). Un analogo liquido pare sia segregato dalle glandule cutanee dei *gegos*.

Gli scorpioni, i ragnateli e molti insetti generano dei liquidi che operano come veleni. Quasi sempre la natura ha situati gli organi preparatorj di tali liquidi in connessione con le arme, come osservasi negli scorpioni, nelle apiarie, nelle formiche, ec. L'organo velenoso degli scorpioni ritrovasi nell'entasi dell'ultimo anello della coda, e termina con un pungiglione acuto ed arronciglíato. Al di sopra della punta si scorge, da ciascun lato, un'apertura in forma di fessura, dalla quale scorre il veleno, come l'hanno dimostrato Redi, Leeuwenhoek, Maupertuis, Mead e I. Mueller. Il veleno stesso è segregato, secondo le osservazioni di J. F. Meckel, Treviranus e Mueller, nelle due glandule avviluppate da una membrana muscolosa. Ciascuna di tali glandule contiene una piccola vescichetta, donde parte un condotto escretore delicatissimo, il quale penetra nel pungiglione. Tra le api, le femmine e le lavoratrici sono provvedute di armi velenose, che sono state descritte da Hooke, Swammerdam, e recentissimamente da Kunzmann. Il pungiglione, ch'è situato alla faccia superiore del retto, è fornito di piccoli uncinetti diretti in avanti, e ritrovasi chiuso in una guaina cornea. Desso è composto da due pezzi scanalati che si uniscono verso la loro lunghezza, producono così un sol canale, e terminano con una punta acuta. Due paja di muscoli inseriti alla guaina effettuano la sortita e la entrata del dardo. Il veleno è contenuto in una piccola borsa, probabilmente fornita di una membrana muscolosa, ed esso vien segregato in due canali lunghi e stretti. Un condotto escretore lo conduce dalla vescichetta nella guaina, donde vien versato nel tubo del dardo. È un liquido chiaro e limpido, il quale, secondo Fontana, ha molta analogia con il veleno dei serpenti.

Le formiche portano nel loro addomine una borsa a veleno, nella quale si segrega un acido loro particolare. Esse feriscono con le loro mascelle, e spingono il veleno dalla borsa nella ferita, raddrizzandosi sui piedi di dietro. Secondo le osservazioni di Gould, esse rovesciano qualche volta al di fuori il serbatojo di tal liquido. Nelle specie del genere *myrmica*, la borsa del veleno sembra un vero dardo.

I carabi lanciano, come Degeer l'aveva di già osservato, un liquido acre, che vien segregato dai vasi situati lungo il retto. I *brachini crepitans e displosor*, i quali sono sì notevoli al pari dell'*harpalus brasi-*

di un liquido stillare dall'orificio dello sperone; egli fa osservare che non si conoscono affatto dei casi in cui il veleno abbia esercitato un'azione mortale sugli uomini. (A)

(1) *Questa glandula sembra essere stata scoperta quasi nello stesso tempo da Meckel, Rudolphi Clifft e Knox.* (A)

(2) *Journ. dei med., t XL, pag. 15. Il veleno dei rospi arrossa la tintura di tornasole, e forma una emulsione con l'acqua. Contiene un acido in parte combinato, simile ad una materia grassa amarissima.* (A)

(3) *Phil. Trans. 1826, P. II, pag. 127. Davy ha rinvenuto non essere il veleno nè acido nè alcalino, e che si scioglieva nell'acqua.* (A)

(4) *Io ho avuto occasione di osservare con il liquido della rana bombina, che applicato sulla congiuntiva cagionava vivi dolori ed infiammazione.* (A)

eus, fanno uscire con rumore un vapore turchiniccio dall'estremità del loro addomine, quando vengono irritati. Leon Dufour ha osservato che questo vapore tramandava, nelle due prime specie, un odore piccante, che ha analogia con quello dell' acqua forte. Essa è caustica, arrossa la carta, e cagiona delle scottature alla pelle.

Molti bruchi segregano dei liquidi acri in talune borse che sono situate sotto la pelle e gli slanciano contro quelli che li perseguitano. Lo che avviene, secondo le osservazioni di Roesel (1), al bruco del grande *pavone*, e, secondo Degeer, a parecchi altri.

Degeer e Latreille hanno osservato che le specie di *jules* tramandano un odore forte dispiacevole. Savi ha riconosciuto che quando essi si rotolano o vengono toccati, trapela dal loro corpo un liquido di un odore acre, di un giallo rossiccio, caustico, solubile nell'acqua ed alcool, che reagisce come gli acidi, ed imprime alla pelle un colore rosso durabile, come avviene col nitrato e col cloruro di oro. Le sorgenti di questo umore sono delle vesciehette, delle quali ve n'ha una in ogni lato di ciascun anello, e si aprono all'esterno per un punto simile ad un orifizio esterno di un vaso aereo.

In molti insetti, come le *tipules*, le *oestres*, le cimici, soprattutto il *rhynchoprion persicum* ed altri, la saliva ha delle qualità acri o anche velenose. Le scolopendre hanno nelle loro mascelle un organo secretore, donde stilla per una piccola fessura un liquido velenoso, secondo le osservazioni di Leeuwenhoek e di Mead. Lo stesso accade nel ragno e nelle tarantole (2).

Fra i molluschi, le *aplysie* segregano un succo caustico, (3) mercè una glandula, il cui canale escretore si apre vicino all'orifizio dell'ovidutto.

Caratteri della secrezione.

Dai fatti precedentemente riferiti risulta che la secrezione dei liquidi è un fenomeno vitale che appartiene a tutti i corpi organizzati, vegetali ed animali che si ricongiunge immediatamente agli atti della nutrizione e della generazione, e che per ciò ancora è del pari necessaria alla conservazione degl'individui ed al mantenimento delle specie. Gli animali segregano i più svariati liquidi, in maggior quantità ed in un modo più continuo dei vegetali, e ciò con un grado tanto più notevole, per quanto è più complicata la loro organizzazione, per quanto le manifestazioni della vita offrono in essi più diversità ed intensità. Ciò dipende senza dubbio, da che essi non vanno affatto limitati, come i vegetali, agli atti della formazione, dello sviluppamento ed accrescimento, da che la composizione di tutti i loro organi e tessuti varia continuamente, pel fatto stesso delle manifestazioni di attività, da che una porzione del materiale del loro organismo si disforma, si scompone, e si riforma di bel nuovo. I materiali disformati e mutati che l'assorbimento toglie agli organi, passano nel sistema vascolare sanguigno, donde essi sono eliminati sotto diverse forme e per numerosi organi. D'altronde gli ali-

(1) *Insekten belustigungen, I. IV. p.* 162. *Quando si toccano le spine di cui sono coperte, esse dardeggiano un liquido chiaro ed acre dai pori della pelle.* (A)

(2) *È abbastanza noto il tarantismo: malattia che consiste in taluni movimenti saltatorj convulsivi non dissimili da quelli del* ballo di S. Vito. *Bagliri, Caputo, Serao, Manni, de Renzi, Demytry, Vergari nel descriverlo fan conoscere che il morso di grosso ragno proprio delle Puglie produce siffatto morbo convulsivo specialmente nei più forti calori estivi. Vi vanno soggetti a preferenza i mietitori e massime le donne che raccolgono biade nelle campagne, e se ne guariscono col suono. Delle Chiaje si cimentò col farsi più volte mordere da detto insetto nel mese di settembre* 1834, *e niun danno ne riportò. Quindi credendo che tal morso durante il sol lione sia innocuo anche nelle Puglie, scrisse essere immaginario il veleno della tarantola, e tutta morale l'affezione che produce* (Tossic. p. 249): *che il gran rimedio è far nulla. I fatti positivi conosciuti non fanno più dubitare della realtà del tarantismo.* Il Trad.

(3) *Il non mai abbastanza lodato Delle Chiaje ha smentita la caustica e depilatoria facoltà delle* aplisie. *Scrisse che l'umor rosso affuso dall'*aplisia napolitana e fasciata *produce stringimento al petto, senso di soffogazione, che egli attribuiva allo* iodio, *e da Husche gli fu scritto esser prodotti dal bromo che sarebbe il secondo esempio di sua esistenza nel regno animale, avendolo il chiar. Autore poscia rinvenuto nell'*helix jantina. (Memorie cit.) Il Trad.

menti che servono a riparar le perdite, e che giungono in gran quantità nell'apparecchio digerente sono liquefatti ed assimilati al sangue mercè molti liquidi di diverse specie segregati. Nei vegetali al contrario sembra che la secrezione sia limitata alla preparazione del succo formatore, mercè l'eliminazione di taluni materiali, ed alla produzione dei liquidi generatori, senza ch'esso si liberi dalle materie escretorie che hanno la loro origine da un mutamento di materiali appartenenti agli organi una volta formati. In tali esseri, gli atti della secrezione non che quelli dell'assorbimento della respirazione e dell'accrescimento, sono più sotto la dipendenza delle influenze esterne, della luce, del calorico, dell'aria, e delle vicissitudini giornaliere ed annuali, mentre che, negli animali, quelli dipendono più dagli stimoli interni che si producono automaticamente nel sistema nervoso.

Le secrezioni, considerate come operazioni particolari dei corpi organici, non ammettono spiegazione alcuna basata sui principj della meccanica e della chimica, come l'hanno abbastanza provato le teoriche immaginate dalle scuole jatro-matematica e jatro-chimica. Sono questi atti vitali, che si possono considerare quali effetti di forze organiche. Taluni fisiologi hanno ammessa una forza speciale, per la quale si effettuano le secrezioni. Non v'ha necessità di tale ipotesi. Le secrezioni quando non consistono in una semplice evaporazione dei liquidi, caso nulladimeno in cui esse dipendono ancora dall'attività vitale dei condotti nei quali sono contenuti i liquidi, secondo le ottime osservazioni di G. R. Treviranus, devono essere risguardate come effetti della medesima forza che produce i corpi organizzati e li mantiene in possesso delle loro proprietà; cioè della forza di formazione, sotto l'impero della quale sono tutte le condizioni di composizione che accompagnano la vita. Gli atti per mezzo dei quali le parti solide sono formate e nutrite, e le secrezioni dei liquidi sono, in quanto alla essenza, effetti della stessa specie. Nella nutrizione e nella secrezione, gli organi esercitano un'attrazione sui materiali del succo nutritivo che loro giunge, e ch'essi trasformano in un modo particolare a norma delle loro proprietà vitali. La sola differenza ch'esiste tra queste due funzioni si è che nell'una i materiali in questione addivengono parte integrante della forma integrante, mentre nell'altra sono convertiti in combinazioni organiche speciali, ed eliminati dagli organi. Nulladimeno segregato un liquido, la materia generatrice femminea può in talune circostanze ricevere una forma organica solida, di modo che, quanto ad essa, tale differenza affatto non ha luogo (1).

Gli atti della secrezione tendono, come quelli della formazione e della nutrizione, alla conservazione dell'individuo ed al mantenimento della specie. Al pari dell' attività formativa che si manifesta in modo particolare in ciascuna specie dei corpi organizzati al momento della produzione di nuovi individui, e del pari di ciascun organo, che si sostiene mercè la nutrizione nella sua organizzazione propria e nelle sue proprietà vitali, del pari ancora le secrezioni hanno il loro carattere particolare in ciascuna specie dei corpi viventi, e ciascun organo secretore prepara un liquido distinto a norma della differenza che esiste nella sua struttura e suo modo di vita. Ciascun organo secretore vien messo in attività da stimoli particolari, che appartengono in parte alla natura del succo nutritivo, ed i quali variano secondo le qualità degli alimenti. Gli stimoli esterni, che operano sugli organi secretori, hanno anche il potere di modificare le secrezioni. Finalmente diverse particolarità che mutano il modo di azione di tali organi, nello stato di sanità e di malattia, determinano alcune mutazioni nelle qualità dei loro prodotti. Ritornerò più distesamente su tali asserzioni trattando della secrezione nell'uomo, e riferirò allora i fatti necessarj in loro appoggio.

(1) *Il celebre fisiologo Müller ha recentemente pubblicato un importantissimo lavoro sulle secrezioni, ed ha confermato mediante iniezioni diligentissime che tutte le secrezioni sieno opera di follicoli semplici o composti muniti di dutto escretorio, i quali sono esternamente ricamati da vasellini arteriosi che vi portano i principj necessarj ed opportuni a dare particolari prodotti* (de glandul. secern. earumq. prim. format. in homine atque anim. Leisp. 1830, in fol. cum 17. tab.). Il Trad.

SEZIONE TERZA

DELLO SVILUPPAMENTO DELLE MATERIE IMPONDERABILI

Le manifestazioni di attività dei corpi viventi mediante le quali si mantengono per un tratto di tempo in uno stato determinato di composizione, di organizzazione e di azione, sono unite in molti tra essi ad uno sviluppamento di materie imponderabili, come il calorico, la luce e la elettricità, che dev'essere considerato, per la maggior parte del tempo, come un risultamento dei cambiamenti materiali che accompagnano le funzioni nutritive. Non dobbiamo impegnarci nella discussione su cui non sono di accordo i fisici, quella cioè di sapere se le sostanze imponderabili sieno vere materie di una particolare specie o soltanto stati di attività di altre materie. Ci basta far conoscere in abbozzo i fenomeni ch'esse offrono nei corpi organizzati, indicare le circostanze che ne sono le condizioni, e fare scorgere la loro importanza per l'economia animale.

CAPITOLO PRIMO

Dello sviluppamento del calorico nei corpi viventi.

I corpi inorganici, come ne insegna la fisica, danno segni di calorico per l'azione della luce solare, nella combustione, spesso per l'effetto della compressione, dello strofinamento e dello scuotimento, quando un cambiamento sopravviene nel loro stato di aggregazione e nella loro composizione, infine quando provano la elettricità. Dopo essere stati riscaldati si raffreddano per l'irraggiamento o l'abbandono del calorico, e la loro temperatura si equilibra con quella dei corpi circostanti. Il maggior numero dei corpi viventi è dotato al contrario della proprietà di generare il calorico per attività sua propria; e di conservare la sua temperatura in taluni limiti fra le vicissitudini di quella esterna. Tale proprietà è un effetto della vita. Dopo lo spegnimento delle forze proprie ai corpi organizzati succede che la loro temperatura si equilibra con quella dei corpi che li circondano. Esamineremo da principio quali tra questi corpi sieno quelli che producono calorico.

1. *Calorico dei vegetabili.*

Sta indecisa ancora la questione, cioè se le piante sviluppino calorico. Molti fisici, J. Hunter, Senebier, Schoepf, Salomé, Hermbstraedt, Schrank ed altri, attribuiscono loro la proprietà di mantenersi ad una temperatura che loro è propria, e di produrre calorico. Altri al contrario, Fontana, Nau, R. G. Treviranus, Schuebler ed Halder loro negano tal facoltà. I primi si appoggiano all'osservazione che i vegetabili continuano a vivere sotto l'influenza di temperature esterne differentissime. Gli alberi ed arboscelli dei paesi settentrionali sopportano sovente un freddo di 30 gradi C. (1) senza gelare, mentre quelli dei tropici sono frequentemente esposti ad un calore di 35 a 40 gradi C., senza che per ciò periscano. Quelli dicono inoltre, aver osservato che introdotti dei termometri nei buchi praticati su certi alberi viventi, non avevano relazione affatto con quelli ch'erano esposti all'aria libera o introdotti negli alberi morti, e che quelli non innalzavano o abbassavano affatto pei cambiamenti della temperatura esterna. Secondo le osservazioni di Schoepf e di Salomé, la temperatura dei vegetali serba la via di mezzo tra il più alto ed il più basso grado dell'aria ambiente, di maniera che la loro temperatura è inferiore alla esterna nella estate, e superiore, per lo contrario, nell'inverno. Birkander pretende aver ancora

(1) *Per la comodità del leggitore ho ridotto tutte le indicazioni termometriche degli autori a gradi centesimali.* (A)

rinvenuto in Svezia gli alberi più caldi dell'aria nell'inverno. Secondo le osservazioni dei fisici mentovati, la continuazione della vita delle piante durante il freddo è il risultamento di un interno sviluppo di calorico, mentre la facoltà di produrre freddo, quando la temperatura esterna è elevata, appartiene all'evaporazione. Soggiungono che la morte dei vegetali ha luogo solamente quando la esterna temperatura è eccessiva. Taluni fisiologi congetturano che il calorico si sviluppa nel tempo che gli umori si trasmutano in parti solide. Th. de Saussure risguarda come un'ipotesi probabile che si produca calorico, come nella respirazione degli animali, allorchè, durante la notte, viene assorbito dalle parti verdi dei vegetali, gas ossigeno e gas acido carbonico sviluppato.

Contro tali asserzioni si elevano gli esperimenti di Fontana, i quali per verità non sono stati fatti con tanta cura, e dai quali risulta che i vegetali non hanno calorico proprio, che quello osservato in essi proviene solamente dall'esterno. G. R. Treviranus avendo esaminati gli esperimenti dei fisici di sopra nominati, ha fatto rilevare che la sola cosa da dedursene si è che le piante sono poco conduttrici del calorico. Tale circostanza, e l'unione di questi corpi, mediante le loro radici con la terra, sulla temperatura della quale le stagioni non influiscono al di là di una piccola profondità, son secondo lui, due mezzi con l'ajuto dei quali i vegetali conservano una certa media temperatura, e resistono agli estremi del calore atmosferico. Gli esperimenti fatti in ultimo luogo da Schuebler ed Halder sembrano favorevoli a questa teorica. Questi due fisici avendo bucati alcuni alberi viventi ordinarii e coniferi sino all'asse del tronco, v' introdussero dei termometri, i quali si corrispondevano, e praticarono la medesima operazione su certi alberi morti. Gli strumenti furono situati dalla parte del nord, e guarentiti sui lati, in modo da non poter essere colpiti dal sole. Si compararono in diversi tempi dell'anno e del giorno con quelli che stavano ad aria aperta. I risultamenti furono i seguenti:

1. Gli alberi hanno sempre una temperatura più elevata di quella dell'aria nel mattino, allo spuntar del sole, e quando il cielo è sereno: ne hanno una più bassa per lo contrario, nel mezzodì e nella sera, durante il più gran calore del giorno. Tale differenza non si osserva solamente nella estate ma anche nel cuore dell'inverno.

2. La temperatura dell'interno degli alberi si allontana tanto maggiormente, al mattino ed al mezzogiorno, da quella dell'aria ambiente, per quanto gli alberi sono più grossi, e per quanto il termometro viene più introdotto nella porzione inferiore del tronco, cioè quella che si avvicina alla terra.

3. La differenza di temperatura tra l'aria e gli alberi è tanto più grande per quanto più rapidi e considerabili sono i cambiamenti che avvengono nella temperatura atmosferica. Così, non è giammai più manifesta che nei giorni sereni, in cui la differenza giornaliera della temperatura si eleva sovente nei nostri climi a dodici o diciotto gradi dopo il nascere del sole sino a due ore dopo mezza notte. I giornalieri estremi del caldo e del freddo non colpiscono ordinariamente affatto gli alberi, poichè questi corpi, essendo poco conduttori del calorico, la temperatnra dell'aria esterna può propagarsi con lentezza nelle loro parti interne, ed ordinariamente quella dell'aria libera si ferma poco tempo agli estremi giornalieri. Quanto più la temperatura atmosferica dimora lungamente uniforme, tanto maggiormente quella degli alberi vi si avvicina.

4. Gli alberi di specie diversa non offrono, d'altronde a circostanze eguali, differenza rimarchevole nella loro temperatura.

5. La temperatura degli alberi può abbassarsi considerabilmente senza che questa circostanza loro pregiudichi. Durante il freddo prolungatissimo del gennajo 1826, in cui per tre settimane la temperatura non si elevò giammai, anche a mezzogiorno, al di sopra dello zero, i termometri introdotti negli alberi furono continuamente al di sotto del termine della congelazione. Essi discesero anche e soventi volte da sei a dieci gradi al di sotto dello zero, senza che gli alberi ne soffrissero. Nulladimeno molti, come il *phormium tenax*, il *vitex agnus castus*, il *coriaria myrtifolia*, ecc. perirono. L'interno degli alberi è realmente gelato nei grandi freddi.

6. Nella estate la temperatura degli alberi ascende ben di sovente sino a 18 e 20 gradi al di sopra dello zero, sebbene con maggior lentezza di quella dell'atmosfera. Tal fenomeno è sensibile così su gli alberi piccoli che su i grossi.

Il principale risultamento che consegue da tali esperimenti è che le piante conservano bene una certa media temperatu-

ra, ma che questa intanto non può essere risguardata come il risultamento di un calore sviluppato nel loro interno, e si spiega perfettamente per la debolezza del potere conduttore della fibra vegetale e del legno, in virtù della quale la temperatura degli strati ambienti di aria non può penetrare che lentamente nell'interno dei vegetali.

Dunque par che le piante non sieno affatto dotate della facoltà di produrre calorico, o tale difficoltà non viene loro ripartita che ad un grado debolissimo. Nulladimeno il calorico si sviluppa durante la germinazione, come Thomson (1) l'ha osservato sull'orzo. Vi sono in oltre circostanze in cui i vegetali mostrano un alto grado di calore. Lamarck ha il primo osservato che nei fiori sbucciati dell'*arum italicum* si sviluppa calorico, il quale non è sensibile unicamente al termometro, ma ben anche al senso del tatto. Senebier ha fatta la medesima osservazione sul piede di *veau* comune; egli ha rinvenuto che lo sviluppo del calorico avviene principalmente quando gli *spati* di questa pianta sortono dalla loro guaina. Il termometro si elevò nei fiori incirca 8, 70 gradi al di sopra del punto in cui si teneva nell'aria ambiente. Tal fatto è stato osservato da Hubert, al dire di Bory di Saint-Vincent, sull'*arum cordifolium*, nell'isola di Francia: i fiori acquistavano un calorico tale al sorgere del sole, che il termometro ascendeva da 23 e 33, a 56, 67 gradi. I fiori maschi davano minor calorico delle femmine. Bory di Saint Vincent ha osservato egualmente la produzione di calorico, ma in minor grado, nei fiori del *pandanus utilis*.

Th. di Saussure ha fatto poco dopo degli esperimenti sull'*arum maculatum* (2). Egli coprì una spata di questa pianta con una campana di vetro, la cui superficie interna non tardò ad essere talmente carica di rugiada, che non si osservava più il fiore. A capo di ventiquattr'ore, l'aria contenuta nella campana non era diminuita in quantità; ma il quinto del suo ossigeno era disparito, ed era rimpiazzato dal gas acido carbonico. Nel rinchiudere isolatamente le diverse parti del fiore di un gichero, Saussure riconobbe che gli organi genitali erano quelli che consumavano la più gran dose di ossigeno. Egli osservò ancora uno sviluppo di calorico nei fiori dei *cucurbita melo* e *pepo*, della *bignonia radicans* e della tuberosa. Egli opina che questo sviluppo è il risultamento di una combinazione rapida dell'ossigeno col carbonio dei vegetali. Certamente la formazione abbondante del gas acido carbonico sembra ricongiungersi all'alta temperatura dei fiori; ma tuttavia rimangono a farsi alcune ricerche per discoprire se la prima è la causa della seconda, o se amendue sieno i risultamenti di una medesima forza organica, e gli effetti simultanei di un'operazione organica, come sembra probabile. Le osservazioni che sono state riferite provano almeno che non si può togliere intieramente ai vegetali la facoltà di produrre calorico. Esse sono appoggiate ancora da quelle che S. Murray ha fatte poco dopo sul calorico dei fiori diversamente coloriti. Ad una temperatura atmosferica di 26, 11 gradi, i fiori di un giglio bianco segnarono lo stesso calorico; a quella di 25 gradi, quella di un *tradescantia* bleu notarono 26, 11 gradi; a quella di 24, 44 gradi, i fiori gialli di un *cistus* ne notarono 26, 11; finalmente a quella di 27, 22 gradi, fiori scarlatti di un *geranium* fecero ascendere il termometro a 30, 56.

2. *Calorico degli animali.*

Sembra che tutti gli animali abbiano la facoltà di sviluppare calorico e che si conservino in taluni limiti, ad un grado di temperatura che loro è propria, ad onta di qualunque cambiamento che avvenga in quello dell'atmosfera nelle diverse epoche del giorno e dell'anno. Nelle ordinarie circostanze, i mezzi in cui questi esseri vivono, eccettuati gli entozoi, loro tolgono calorico, che bentosto riproducono; ma se si abbassa molto la esterna temperatura, e resta così per lungo tempo, la

(1) Système de chimie, *ed.* 5, *t. IV, pag.* 344. *Egli ha veduto dell'orzo preparato a farne birra, e che ancora non erasi voltato, cacciare in una notte alcune radici lunghe* 13 *millimetri, lo che fece ascendere la temperatura sino a* 38 *gradi.* (A)

(2) Ann. de chimie et de physique, novembre 1822, t. XXI, pag. 286. *La quantità dell'aria contenuta nel recipiente si elevava a* 1000 *centimetri cubi. Nel decorso di tempo indicato,* 200 *centimetri cubi di ossigeno furono consumati e rimpiazzati da altrettanto di gas acido carbonico. Taluni fiori che non sviluppano più calorico non producono l'oscuramento del vetro col vapore.* (A)

loro facoltà di sviluppare calorico s'indebolisce, sempre più diminuisce la loro temperatura, ed essi finiscono gelandosi. Al contrario quando sieno esposti ad un calorico che sorpassi il loro proprio, e quando questo venga dal di fuori comunicato loro, si manifesta in molti tra essi una tendenza a conservarsi nella temperatura che loro è propria. In fatti si liberano del calorico che loro affluisce per mezzo di una esalazione liquida, e producono in tal guisa il freddo. Il grado di calorico che appartiene agli animali è differentissimo secondo le classi, gli ordini, i generi e le specie. Si osservano del pari differenze relative ai periodi di sviluppo, alle stagioni ed a diverse altre circostanze che modificano le loro manifestazioni vitali. Finalmente i limiti al di là dei quali sono capaci di conservare il loro proprio calorico a certi gradi considerabili di calorico e di freddo esterni sono egualmente diversi. Gli animali delle due prime classi, i mammiferi e gli uccelli, sono quelli nei quali il calorico animale è il più sensibile, poichè lo si può osservare mediante il tatto. In tali animali ancora si osserva meglio la tendenza di conservarsi in una certa temperatura, e di resistere al freddo del pari che al calorico esterno Ma gli altri, quantunque freddi quando li tocchiamo, come i rettili, i pesci, i crostacei, gl' insetti, i molluschi (1) ed i vermini (2), che i naturalisti impropriamente chiamano animali a sangue freddo, hanno egualmente una temperatura propria, e che può osservarsi con l'ajuto del termometro, sebbene essa varia più in ragione delle oscillazioni della temperatura esterna. In appoggio di questa asserzione riferiamo solo le osservazioni e gli esperimenti, i quali possono decidere in siffatta materia.

I mammiferi mostrano, poco dopo la loro nascita, una temperatura che sorpassa quella dell'atmosfera, e che, ad eccezione di pochi, essi conservano uniformemente durante tutto il corso della loro vita, come lo provano gli esperimenti fatti da Martine, J. A. Braun, J. Hunter, Pallas, Edwards, J. Davy ed altri. Nulladimeno i neonati della maggior parte dei carnivori e dei rosicchianti non sono ancora nello stato di produrre essi stessi il grado di calorico necessario alla continuazione della loro esistenza, e hanno bisogno che la madre ad essi lo comunichi. Secondo le belle esperienze di Edwards, il calorico dei cani, dei gatti e dei conigli, che nascono è sì debole, che essi vivono come gli animali a sangue freddo. Ravvicinati alla loro madre, hanno un calorico di uno o due gradi inferiore a quello di questa ultima: ma allontanandosene, ad una esterna temperatura di 10 a 20 gradi, si raffreddano rapidamente, e nello spazio di alcune ore, la loro temperatura è eguale a quella dell'aria ambiente.

Il calorico dei mammiferi varia secondo gli ordini e le classi come l'indica il presente quadro.

(1) *L'insigne Poli con triplice serie di accurati esperimenti esplorò il calore nei molluschi testacei bivalvi*: arva, glycimeris, cardium edule, venus, chione, tellina Gan, Maetra stultorum. *L'egregio delle Chiaje lo esperimentò per gli univalvi*: murex Tritonis, Buccinum Galea, nerita cancrena, cypraea pyrum. *Vale a dire indagandolo in detti animali*: 1. *appena cavati dall'acqua marina, con cui aveano quasi egual grado di calore*: 2. *fuori acqua e per molte ore tenuti all'aria libera, di cui offrirono minor temperatura*: 3. *esposti in una stanza riscaldata con fuoco sino al gr.* 83. Far. *ed essi si trovarono da* 2-10 *gradi inferiori a detta temperatura finchè morirono.* Il Trad.

(2) *Giusta le osservazioni di Delle Chiaje gli articoli della tenia impropriamente detta solitaria, appena usciti dall'ano o concatenati a compagni, hanno temperatura inferiore a quella del tenioso, ma sempre superiore a quella dell'aria ambiente. Ciò viene contestato dal precetto terapeutico di far cadere tal* entozoo *entro un vaso con acqua e latte tepido, onde impedire che la tenia rientri nell'intestino retto.* Il Trad.

NOMI DEGLI ANIMALI	TEMPERATURA ESTERNA	CALORICO DELL' ANIMALE	REGIONE sulla quale è stato misurato il calorico.	NOMI degli OSSERVATORI
Simia aygula.	+ 30 gradi. Ceylan.	+ 39,7	Ascella.	J. Davy.
— *saboea.*		35,5	Sangue.	Prevost e Dumas.
Pteropus vampyrus	21 Ceylan.	36,86		J. Davy.
Vespertilio noctula	Estate.	38,89		Pallas.
— *pipistrellus.*	*id.*	40,56 sino a 41,11		*id.*
—	22	31	Torace vicino al cuore.	Saissy.
—	18	29,75	*id.*	*id.*
—	7	14	*id.*	*id.*
—	1,25	5	*id.*	*id.*
Erinaceus europaeus.	Stato di veglia	35 sino a 36,11	*id.*	J. Hunter.
—	22	36	*id.*	Saissy.
—	18	34	Al cuore.	*id.*
—	7	15	*id.*	*id.*
—	1,25	5	*id.*	*id.*
Migale moscovitica		36,37		Pallas.
Ursus maritimus.	2,8 Porto Bowen	37,8	Subito dopo la morte.	Capitan Lyon.
—	—11,6 *id.*	37,8	*id.*	*id.*
—	—18,3 *id.*	37,5	*id.*	*id.*
Mustela putorius.		38,36		Pallas.
— *erminea.*		40,25		*id.*
Herpestes ichneumon.	—27 Ceylan.	30,4		J. Davy.
Felix catus.		38,50		Braun.
—		37 sino a 39	Sangue.	Martine.
—		38,3		Prevost e Dumas.
—	15,5	39,78		Despretz.
—	15,5 Inghilterra	38,5		J. Davy.
—	26 Ceylan.	38,9		*id.*
— *tigris.*	25,5 *id.*	37,2		*id.*
Canis domesticus.		37,39		Martine.
—		38,50	Retto.	J. Hunter.
—	Ceylan.	39,3		J. Davy.
—		37,4	Sangue.	Prevost e Dumas.
—		38,33	*id.*	Turner.
— *lupus.*		35,24	*id.*	Pallas.
—	—32 Porto Bowen	40		Lyon.
— *lagopus.*	—7,7 *id.*	40,5		*id.*
—	—7,2 *id.*	40,5		*id.*
—	—13,8 *id.*	41,1		*id.*
—		40		
Phoca vitulina.	33,3 *id.*	38,89	Al cuore.	Martine.
Hypudaeas aeconomus.	In inverno	36,11	*id.*	Pallas.
Mioxus nitela.	+ 22	37,5	*id.*	Saissy.
—	18	36	*id.*	*id.*

NOMI DEGLI ANIMALI	TEMPERATURA ESTERNA	CALORICO DELL' ANIMALE	REGIONE sulla quale è stato misurato il calorico.	NOMI degli OSSERVATORI
Mioxus nitela.	7	23		*id.*
—	1,25	4		*id.*
Mus musculus.	18,56	35 sino a 37		J. Hunter.
—	10,56	25,56 sino a 26,67		*id.*
—	In inverno	41,12 sino a 42,78		Pallas.
— *rattus?*	† 26,5 Ceylan.	38,8		J. Davy.
Cricetus vulgaris.	In estate.	39,44		Pallas.
Arctomys marmotta.	† 22	38	Al cuore.	Saissy.
—	18	37,50	*id.*	*id.*
—	7	34,25	*id.*	*id.*
—	1,25	5	*id.*	*id.*
— *bobac.*	In estate	37,38 sino a 38,39		Pallas.
— *citillus.*	*id.*	39,44		*id.*
Sciurus vulgaris.		40,56		*id.*
—	27 Ceylan.	38,8		J. Davy.
Lepus.	26,5 *id.*	37,8		*id.*
— *glacialis.*	21,1 PortoBowen	38,9		Lyon.
—	21,8 *id.*	38,9		*id.*
—	28,3 *id.*	38,9		*id.*
— *variabilis.*	Ad un intensissimo freddo.	39 sino a 40		Pallas.
— *pusillus.*	*id.*	40		*id.*
— *cuniculus.*		37,48	Retto.	J. Hunter.
—		38	Sangue.	Prevost e Dumas.
—		38 sino a 40		Delaroche.
Cavia cobaya.		38		Prevost e Dumas.
—		38,89		Delaroche.
—	† 15,15	35,76		Despretz.
Manis pentadactila	26,67 Ceylan.	32,22		J. Davy.
Elephas indicus.	26,27 *id.*	37,5		*id.*
Sus schropha jun.		40	Parti interne e sangue	Braun.
—	33,9 *id.*	40,5		J. Davy.
Equus caballus.		36,8	Sangue	Prevost e Dumas.
—		36,11	*id.*	Turner.
Moschus moschiferus.		38,89	Parti interne e sangue	Pallas.
Capra.	26 Ceylan.	38,33	*id.*	Braun.
—		39,2		Prevost e Dumas.
—		39,5	Sangue	J. Davy.
Ovis.		38,9	Parti interne e sangue	Braun.
—		38		Prevost e Dumas.

NOMI DEGLI ANIMALI	TEMPERATURA ESTERNA	CALORICO DELL'ANIMALE	REGIONE sulla quale è stato misurato il calorico	NOMI degli OSSERVATORI
Ovis.		38,89 sino a 39,44	Sangue	Turner
—	In estate, in Inghilterra.	39,1		J. Davy
—	27 Ceylan.	40		*id.*
—		37,28		J. Hunter
Bos taurus.		37,78 sino a 38,33	Sangue	Turner
vitulus.		40	Parti interne e sangue	Braun
—	In estate, in Inghilterra.	37,8		J. Davy
—	26 Ceylan.	38,9		*id.*
Delphinus phocoena.	18 aria, 17 acqua	35,50	Sangue	Broussonnet
—	23,7 in mare	37,5		J. Davy
Monodon monoceros.		35,56		Scoresby
Baloena mysticetus		38,89		*id.*

Il calorico dei diversi organi di un mammifero presenta delle differenze, secondo le osservazioni di J. Hunter e di J. Davy. Il primo ha rinvenuto in un cane la temperatura del retto a 37 gradi; quella della sostanza del fegato a 38; quella dello stomaco e del ventricolo diritto del cuore, a 38, 33. Davy ha riconosciuto, negli agnelli, che il calorico del cervello era di 40 gradi; quello del retto di 40, 56; quello dal ventricolo diritto del cuore, della sostanza del fegato e di quella del polmone di 41, 11, e quella del ventricolo sinistro di 41, 67.

La facoltà di produrre calorico e di conservarsi ad una certa temperatura offre una sorprendente diversità tra i mammiferi. In taluni tra essi, come nelle marmotte, nei ghiri, nei ricci, nelle nottole ec. diminuisce talmente il calorico, quando la temperatura esterna si avvicina al grado di gelo, che rassomigliano allora agli animali a sangue freddo, e che a 10 o 12 gradi sotto il zero essi gelano; fenomeno che gli esperimenti di Pallas, J. Hunter, Spallanzani, Reeve, Mangili, Prunelle, Saissy, ec. hanno dimostrato, e sul quale ritorneremo trattando dell'*ibernazione*. Altri al contrario, come quelli delle regioni polari, sopportano un freddo di 40 gradi sotto lo zero, e vi conservano il calorico loro proprio. Del pari, secondo le osservazioni di Parry la temperatura è così bassa all'isola Melville per cinque mesi intieri, che il mercurio vi si congela a 39, 5 gradi; essa discende qualche volta anche sino a gradi 46 sotto lo zero, è ciò non ostante vi si trovano *buoi muschiati*, rangifori, lepri bianche, volpi polari ed orsi bianchi.

Quando i mammiferi sono esposti ad una temperatura che oltrepassa il loro proprio calorico, questo si aumenta quasi di sei o sette gradi, ma non accade nella stessa proporzione con cui cresce il calorico esterno, come risulta dagli esperimenti di Duntze, Delaroche e Berger. Il calorico dei cani che Duntze espose ad una temperatura di 40 a 60 gradi, non salì che sino a 43 o 46 gradi, e gli animali soggiacquero in poche ore. Delaroche e Berger sottoposero i conigli e i *cabiali* ad una temperatura di 50 a 90 gradi, il calorico di questi animali non si elevò che di alcuni gradi; essi sarebbero periti, se non si fossero trasportati prontamente in un mezzo più freddo. Gli animali hanno dunque la facoltà di produrre freddo in un mezzo di cui il calorico sorpassa il loro. Tale facoltà dipende da un raddoppiamento dell'esalazione della massa umorale, operazione che è tutta vitale, e me-

diante la quale il calorico che loro proviene dall'esterno ritrovasi eliminato sotto forma latente. Questo fenomeno non dipende solamente da una debole facoltà conduttrice del calorico del corpo animale, come si presumeva un tempo, poichè esposti ad un alta temperatura alcuni mammiferi morti si appropriano del calorico, e si equilibrano sotto un tal rapporto con gli oggetti circostanti.

Il calorico degli uccelli sorpassa di alcuni gradi quello dei mammiferi. È più considerabile nelle piccole specie che nelle grandi, come lo prova la seguente tavola.

NOMI DEGLI UCCELLI	TEMPERATURA ESTERNA	CALORICO DELL'ANIMALE	PARTI sulle quali è stato misurato il calorico	NOMI degli OSSERVATORI
Vultur barbatus		† 41,94 gradi		Pallas
Falco ossifragus		40,28		*id.*
— nisus		42,22		*id.*
— palumbarius		43,18		*id.*
— lanarius		42,92		*id.*
Strix passerina		40,82		*id.*
— aluco	15,15	40,91		Despretz
—	15,6	40		J. Davy
Psittacus pullarius	24,4 Ceylan	41,1		*id.*
Picus major		49,44		Pallas
Merops apiaster		40		*id.*
Corvus	29,4 Ceylan	42,1		J. Davy
— corax	15,15	42,91		Despretz
Turdus	15,5 Ceylan	42,8		J. Davy
Emberiza nivalis (7 exempl.)	15,15	42,92 sino a 43,47		Pallas
Emberiza		42,88		Despretz
Loxia pirtula	Per un gran freddo	42,22		Pallas
Fringilla carduelis		42,92		*id.*
— domestica foem		41,67		*id.*
— — mas		42,78		*id.*
— —	15,15	41,96		Despretz
— linaria mas		44,03		Pallas
— — foem		43,47		*id.*
— spinus		43,19		*id.*
Parus major		44,03		*id.*
Hirundo lagopus		44,03		*id.*
Caprimulgus europeus		43,47		*id.*
Columba		41,5	Sangue	Prevost e Dumas
—	15,15	42,98		Despretz
—	15,5	42,1		J. Davy
—	25,5 Ceylan	43,1		*id.*
Gallus		39,44 sino a 39,88	Cloaca	J. Hunter
Gallina		39,44 sino a 39,88	*id.*	*id.*
—	Durante l'incubazione	40		*id.*
—		41,5	Sangue	Prevost e Dumas
—	4,5 Inghilterra	42,5		J. Davy

NOMI DEGLI UCCELLI	TEMPERATURA ESTERNA	CALORICO DELL' ANIMALE	PARTI sulle quali è stato misurato il calorico	NOMI degli OSSERVATORI
Gallina	25,5 Ceylan	43,3		J. Davy
Meleagris gallo pavo	25,5	41,94		*id.*
—		42,7	Sangue	Braun
Tetrao tetrix		42,22		Pallas
— *lagopus*		41,67		*id.*
— *perdrix* (7 exempl.)		41,81 sino a 42,92		*id.*
— *albus*	21,1 PortoBowen	38,9		Lyon
—	23,8 *id.*	38,9		*id.*
—	26 *id.*	38,9		*id.*
—	28,3 *id.*	38,9		*id.*
Ardea stellaris		39,44		Pallas
—		41	Sangue	Prevost e Dumas
Tringa pugnax		42,22		Pallas
Scolopax limosa		42,22		*id.*
Haematopus ostralegus		41,11		*id.*
Fulica atra		40,56		*id.*
Anser		41,94	Visceri e sangue	Braun
—	+ 25,5 Ceylan	41,7		J. Davy
Anas		42,5	Sangue	Prevost e Dumas
—	25,5 *id.*	43,9		J. Davy
— *acuta*		40,56		Pallas
— *clypeata*		41,22		*id.*
— *penelope*		41,11		*id.*
— *strepera*		41,11		*id.*
Colymbus auritus		41,67		*id.*
Pelecanus curbo		41,11		*id.*
Larus	2,8	37,8		Lyon
Porcellaria aequinoctialis	26 in mare	40,3		J. Davy

I giovani uccelli, che piccolissimi abbandonano l'uovo, con gli occhi non ancora aperti e poco sviluppati, come quelli dei rapaci, degli *arrampicanti*, dei passeri e dei colombi, hanno meno calorico degli adulti. Allorchè si tolgono dal nido, si raffreddano prontamente, e non sono affatto nello stato di conservarsi nella temperatura loro necessaria. Ecco quello che risulta dagli esperimenti di Edwards. In un nido ripieno di passerotti, i quali erano usciti dall'uovo dopo otto giorni, il termometro ascese a 35 o 36 gradi, essendo la esterna temperatura di 17. Avendo tolti dal loro nido i pulcini, egli li vide raffreddare sino a 19 gradi nello spazio di un'ora. Lo stesso fenomeno ha osservato nelle rondinelle e negli sparvieri.

Questi animali vivono per conseguenza come quelli a sangue freddo, e non sono nello stato di preservarsi dal freddo che per la temperatura elevata della primavera e dell'autunno, ed in ragione della loro riunione in un nido composto di sostanze poco conduttrici del calorico. D'altronde la madre si colloca sul nido durante la notte e nelle giornate fredde. Per riconoscere se il raffreddamento rapido dei gio-

vani uccelli dipendeva dalla loro nudità, Edwards paragonò la loro temperatura con quella di un passero adulto, a cui aveva tirate le penne. Quest'ultimo animale conservò la sua temperatura a 18 gradi di calorico atmosferico, mentre i giovani uccelli, coperti già in parte di piume, si raffreddarono sino a 19 e 20 gradi. Non si deve dunque alla mancanza di piume attribuire l'abbassamento della temperatura: fa d'uopo ricercarne la causa nello stato interno del corpo.

Gli uccelli adulti conservano la loro temperatura ai freddi intensissimi a segno da congelare il mercurio, come lo provano gli esperimenti di Lyon sul calorico del *tetrao albus*. Frattanto la facoltà di produrre calorico ad una bassa temperatura sembra essere modificata un poco dalla influenza delle stagioni. Edwards situò nel mese di gennajo cinque passeri in un vaso, dove il termometro marcava zero. A capo di un'ora il calorico del corpo sembrò lo stesso di prima in taluni, mentre in altri si era abbassato di un mezzo grado, o di un grado intiero. Avendo esposti alcuni uccelli della medesima specie, nel mese di luglio, ad un freddo eguale, prodotto artificialmente, egli rinvenne che la loro temperatura era abbassata circa di 3, 62 gradi in un'ora, ed anche di 6 gradi a capo di tre ore.

Allorchè si espongono degli uccelli ad un calorico artificiale che oltrepassa di molto il loro proprio, questo non aumenta che di 6 a 7 gradi incirca, secondo gli esperimenti di Delaroche e Berger, frattanto non si equilibra con quello esterno; esso è sempre molto inferiore; e gli animali producono freddo con l'esalazione. Il calorico di un piccione sottomesso ad una temperatura di 66, 56 a 74, 69 gradi, non si elevò che di 7, 5 gradi circa. Gli uccelli nondimeno non tardano a perire in mezzo ad un calore che sorpassa il loro, come Braun osservò su di un passero, da lui esposto ad una temperatura di 63, 33 gradi, e la cui vita si spense a capo di sette minuti.

Tillet ha fatta la medesima osservazione nelle sue esperienze sugli uccelli.

Taluni naturalisti hanno rivocato in dubbio se i rettili producano calorico. Braun pretendeva aver osservato, nelle sue esperienze sui ranocchi, che la loro temperatura era eguale a quella dei mezzi in cui vivono. Al contrario Martine e J. Hunter hanno ritrovati i ranocchi, le tartarughe ed i serpenti alcuni gradi più caldi di questi stessi mezzi. Risulta dagli esperimenti di J. Davy e di Czermak, sugli animali appartenenti a tutti gli ordini di questa classe, che non si può ad essi negare la facoltà di produrre calorico. Ciò non ostante la loro temperatura varia molto secondo quella dei mezzi che li circondano. Tal fatto è soprattutto manifesto nei *batraci* e nelle *chelonie;* è meno nei *sauri* e negli *ofidj*.

Riferiamo le pruove necessarie dedotte dai differenti ordini.

NOMI DEGLI ANIMALI	CALORICO DEI MEZZI	CALORICO DEGLI ANIMALI	PARTI su cui il calorico è stato misurato	NOMI degli OSSERVATORI
Rana esculenta	Acqua + 7,5 gradi	+ 9 gradi		Prevost e Dumas
—	Aria 14,14	15,50 + 17		Edwards
—	Acqua 5	3,12	Pericardio	Czermak
		1,41	Cavità addominale	*id.*
—	Acqua + 6,88	9,34	Pericardio	*id.*
—	Acqua 8,12	8,44	*id.*	*id.*
—	Aria 17,50	20,83	Stomaco	*id.*
		20,94	Pericardio	*id.*
—	Aria 20	22,50	*id.*	*id.*
Proteus anguinus	Acqua 15 Aria 16	18,60	Faringe	Rudolphi
—	Acqua 12,81	18,44	Regione del cuore	Czermak
—	Acqua 14,37	19,88	*id.*	*id.*
—	Acqua 15,31	20,41	*id.*	*id.*
—	Aria 13,12	17,50	Gola	*id.*
—	Aria 17,50	20,15	Regione del cuore	*id.*
—	Aria 20	19,99	Gola	*id.*
—	Aria 22,50	21,26	Regione del cuore	*id.*

Risulta da ciò che il calorico di questi animali varia a norma di quello dei mezzi ch'essi abitano. J. Hunter ha osservata benanche la rapida variabilità del loro calorico, allorchè si espongono a freddi o pure ad un calore la cui manifestazione risulta da mezzi artificiali. Egli espose al un freddo artificiale un ranocchio, il cui calorico, ch'era 6,67 gradi nello stomaco, discese a 0,56. Avendo messi alcuni ranocchi in un'aria riscaldata sino a 42,22 gradi, egli vide il loro calorico ascendere sino a 33,89 gradi, ma non si elevò di più. Nulladimeno le seguenti esperienze provano che, malgrado la variabilità della loro temperatura, i ranocchi hanno la facoltà di conservarla in taluni limiti. Presi nell'inverno con un cucchiajo di ferro un ranocchio in un vaso di vetro pieno di acqua, la cui temperatura era a 7,50 gradi al di sotto dello zero, e lo esposi all'aria che aveva la medesima temperatura. Il termometro applicato all'animale ascese di un grado sopra zero, e la cavità addominale dette la stessa indicazione. Avendo preso un altro ranocchio, lo esposi in un vaso pieno di acqua all'aria, dove il termometro discendeva a 12 gradi sotto lo zero: l'acqua gelò durante la notte, ed il boccale s'infranse; rinvenni l'animale nella massa di ghiaccio, con gli occhi chiusi e le zampe ritirate verso il corpo: l'acqua non era affatto gelata nel d'intorno di esso, ed il suo calorico era di 0,56 sopra zero; eseguiva dei movimenti estremamente lenti quando lo si toccava. Fu di nuovo esposto in un vaso pieno di acqua al freddo, il quale durante la notte appresso fu di 15,56 gradi. All'indomani era all'intutto gelato e morto. I ranocchi sono dunque nello stato di sviluppare calorico, quando la temperatura è bassa. Ma un'osservazione di Blagden, e gli esperimenti fatti sì da J. Hunter che da Delaroche provano che essi hanno egualmente la proprietà di conservarsi ad una bassa temperatura in un'aria calda. Il primo ha osservato abbassarsi di alcuni gradi un termometro introdotto nella gola di un ranocchio durante una giornata calda di estate. J. Hunter espose alcuni ranocchi ad un'aria riscaldata sino a 42,22 gradi, ma il loro calorico si elevò sino a 33,89 gradi. Delaroche rinchiuse un ranocchio in

uno spazio riscaldato a 15 gradi; a capo di un'ora il calorico dell'animale era 29 gradi. In un altro ranocchio il calorico ascese a 28,33 la temperatura esterna non era che di 46,67 gradi. All'opposto i ranocchi morti si equilibrarono col calorico dei mezzi. Le facoltà che hanno questi animali di produrre freddo dipende incontestabilmente dall'esalazione, la quale è in essi abbondantissima per la loro pelle nuda.

Le tartarughe producono manifestamente calorico, soprattutto alla regione del cuore. Ciò non ostante la loro temperatura varia anche in ragione dell'esterna.

NOMI DEGLI ANIMALI	TEMPERATURA DEI MEZZI	CALORICO DEGLI ANIMALI	PARTI sulle quali è stato misurato il calorico.	NOMI degli OSSERVATORI
Testudo midas	Aria + 26 gradi in mare	+ 28 gradi		J. Davy
–	Aria 30 Ceylan	29,4		*id.*
–	Aria 26,11 in mare	32,78	Sangue	*id.*
– *geometrica*	Aria 16 Cap.	30,5		*id.*
–	Aria 26,11 Ceylan	32,78		*id.*
Emys europaea	Aria 16,25	17,81	Esofago	Czermak
		18,34	Cuore	*id.*
–	Aria 23,12	26,66	Gola	*id.*
–	Acqua calda a + 41,25	23,75	Addomine	*id.*
Chersine graeca	Aria + 15,30	13,44	Cuore	*id.*
		12,81	Polmoni	*id.*
–	Aria 17,91	18,91	Sangue	*id.*
–	Aria 28,81	18,75	Cuore	*id.*
		18,12	Polmoni	*id.*
–	Aria + 13,12	3,75	Addomine	*id.*
		4,06	Gola	*id.*
–	Aria 6,25	2,81	Addomine	*id.*

Secondo le osservazioni che Wilford ha fatto su di un boa di tre piedi e quattro pollici lungo, a Sierra-Leone, il calorico dei serpenti è variabile in ragione della temperatura dell'aria. Nulladimeno gli esperimenti di Czermak non fanno ammettere che il calorico ad essi sia unicamente comunicato dall'esterno.

NOMI DEGLI ANIMALI	TEMPERATURA DELL'ARIA	CALORICO DELL'ANIMALE	REGIONE sulla quale è stato misurato il calorico.	NOMI degli OSSERVATORI
Boa	+ 22,2 gradi	+ 23,9 gradi		Wilford
—	22,8	24,4		*id.*
—	23,3	24,4		*id.*
—	23,9	23,9		*id.*
—	24,4	24,5		*id.*
—	24,4	24,9		*id.*
—	25,0	25,5		*id.*
—	25,1	25,4		*id.*
—	25,5	26,3		*id.*
—	25,7	25,9		*id.*
—	26,1	26,6		*id.*
—	26,6	26,3		*id.*
—	28,1	27,3		*id.*
—	28,3	27,8		*id.*
Un serpente verde	27,5 Ceylan	31,4		J. Davy
Un serpente bruno	28,1	29,2		*id.*
Natrix laevis	16,88	19,37	Stomaco pieno	Czermak
		19,37	Cuore	*id.*
—	18,12	21,72	Grossi vasi del cuore	*id.*
—	20,31	26,66	Regione del cuore	*id.*
		22,81	Addomine	*id.*
—	24,16	25,41	Cuore	*id.*
		24,37	Gola	*id.*
Torquatus	16,88	16,12	Addomine	*id.*
		19,06	Gola	*id.*
		20,62	Cuore	*id.*
—	18,12	18,44	Addomine	*id.*
		19,16	Esofago, Cuore	*id.*
—	20,31	21,56	Gola	*id.*
		22,50	Cuore	*id.*
		22,91	Stomaco pieno	*id.*
—	25,3	23,44	Addomine	*id.*
		24,06	Cuore	*id.*
Anguis fragilis	18,44	18,91	Addomine	*id.*
		20,84	Cuore	*id.*
—	19,06	20,31	Addomine	*id.*
		20,62	Cuore	*id.*
—	19,69	20,31	Tra la pelle,ed i muscoli	*id.*
		20,62	Gola	*id.*
		22,8	Cuore	*id.*
—	20,31	22,8	Stomaco pieno	*id.*
		22,66	Cuore	*id.*

Gli esperimenti che J. Hunter ha fatto sulle vipere, dic'egli, ma probabilmente sui serpi, provano che i serpenti vivi non si equilibrano con una temperatura elevatissima o moltissimo abbassata. Essendo la temperatura dell'aria di 14,44 gradi, egli introdusse l'estremità di un termometro nella gola e nella cloaca, dove l'istrumento ascese a 20. Allorchè espose i serpenti ad un freddo artificiale di 12,22 il loro ca-

lorico si abbassò a 2,78 gradi, e in fine a 0,56. Hunter aggiunge che i serpenti perdono molto più lentamente il calorico al freddo, lo che non avviene nei ranocchi. Un altro di questi animali fu da lui messo in contatto con un calorico artificiale di 42.22 gradi; dopo di che il calorico dello stomaco e dell'ano si elevò a 33,83 gradi, ma non ascese mai più di questa temperatura. È chiaro da ciò che se il calorico degli *ofidj* varia in ragione della temperatura esterna, le sue variazioni non oltrepassano giammai certi limiti.

I sauri produssero anche calorico, e questo, nelle circostanze ordinarie, oltrepassava quello dell'atmosfera.

NOMI DEGLI ANIMALI	TEMPERATURA DELL'ARIA	CALORICO DELL'ANIMALE	PARTI sulle quali è stato misurato il calorico.	NOMI degli OSSERVATORI
Sguana	+ 27,8 gr. Ceylan	+ 28,0 gradi		J. Davy.
Lacerta maculata	12,2	15,0	Faringe	Rudolphi.
		18,78	Torace	*id.*
— *viridis*	16,25	20,25	Addomine	Czermak.
		21,25	Regione del cuore	*id.*
—	22,81	28,75	Addomine	*id.*
		30,15	Regione del cuore	*id.*
— *agilis*	23,75	28,12	Stomaco pieno	*id.*
		28,91	Cuore	*id.*
—	21,88	26,88	Addomine	*id.*
		30,00	Cuore	*id.*
—	12,50	16,56	Bocca	*id.*
		19,16	Cuore	*id.*
—	11,56	12,81	Addomine	*id.*
		14,16	Cuore	*id.*
—	5,31 freddo artificiale	0,63	Addomine	*id.*
—	6,41 *id.*	1,56	Cuore	*id.*

J. Murray ha osservato con l'ajuto di un sensibilissimo termometro, che il calorico del camaleonte è di 22,78 a 23,33 essendo la temperatura dell'aria di 22,24 e che i cambiamenti di calorico dell'animale si accompagnano ad un leggero abbassamento di questo calorico.

Alcuni naturalisti hanno negato ai pesci la facoltà di sviluppare calorico. Braun pretende di aver trovata la temperatura dei lucci, dei carpioni, delle anguille e delle lamprede costantemente eguale a quella dell'acqua, in cui questi animali allora vivevano. Humboldt e Provencal non hanno affatto rilevata differenza notabile tra il calorico dei pesci e l'acqua. Martine, J. Hunter, Broussonnet, Buniva, Perkins e J. Davy al contrario hanno osservato che, nelle ordinarie circostanze, la temperatura di questi esseri è superiore di uno o di alcuni gradi a quella dell'acqua che loro serve di soggiorno. Secondo le osservazioni di Martine, il sangue di molti pesci marini marca un grado di più dell'acqua di mare. Broussonnet ha scorto non elevarsi il termometro che di un mezzo grado e di tre quarti di grado al di sopra del calorico dell'acqua, nel corpo dei pesci: i carpioni soli avevano nella maggior parte del tempo una temperatura superiore di un grado e mezzo a quella dell'acqua.

NOMI DEI PESCI	CALORICO DELL'ACQUA	CALORICO DEGLI ANIMALI	PARTI sulle quali è stato misurato il calorico	NOMI degli OSSERVATORI
Esox lucitus	+ 0,56 gradi	+ 4,44 gradi	Addomine	Krafft
—	9,44	10,50	*id.*	*id.*
Cyprinus carpio	18,83	20,56	Stomaco	J. Hunter
—	10,83	11,69		Despretz
— *tinca*		11,54		*id.*
Squalus	24,44	25,56	Stomaco	Perkins
—	23,7	25	Sangue	J. Davy
Exocetus	25,3	25,6		*id.*
Salmo fario	13,3	14,4		*id.*
Sparus auratus	23,56	25	Sangue	*id.*

Il calorico dei pesci è variabile in ragione della temperatura dell'acqua. J. Hunter espose un'anguilla, il cui calorico si elevava a 2,78 gradi nello stomaco, ad un freddo artificiale; il calorico di questo animale ascese a 0,56 e sembrò morto, ma all'indomani si ritrovò vivente. Una tinca, il cui calorico era di 6,67 gradi, fu esposta ad un freddo considerevole; la temperatura di essa discese a 0,56 e gelò. La temperatura di un'anguilla, il cui calore era 6,67 gradi, si elevò sino a 18,33 nell'acqua riscaldata sino a questo segno. Una tinca, il cui calorico era di 5 gradi, essendo stata tuffata nell'acqua a 18,33 presentò una temperatura di 12,78 gradi nello stomaco e nel retto. I pesci che vivono nelle acque calde di Baréges, hanno, secondo Audirac, una temperatura inferiore a quella dell'acqua.

Da siffatte osservazioni si può conchiudere di non potersi negare ai pesci la facoltà di produrre calorico. Frattanto la loro temperatura è variabile secondo quella dell'acqua. Del rimanente il loro soggiorno in questo ultimo mezzo li guarentisce dalle mutazioni di temperatura congiunte alle stagioni più di quello che non sono gli animali aerei, perchè essi possono ritirarsi nel fondo delle acque, dove il calorico, soprattutto nel mare, non muta affatto per le influenze delle stagioni, come ancora essa mutasi pochissimo nei laghi e fiumi profondi.

Gl' insetti producono calorico, come Swammerdam, Maraldi, Martine e Réaumur si sono assicurati sulle api riunite in un alveare. Martine ritrae una temperatura di 36,11 gradi negli alveari. Réaumur introdusse, al mese di gennajo, il termometro in un alveare situato in una camera la cui temperatura era a 2 e 33 gradi; si elevò a + 12,78. Nel mese di maggio indicò un calorico di 38,89 gradi. Secondo Huber, il calorico di un alveare ben popolato ascende nell'inverno a 30 o 32 gradi, nello stesso tempo ancora che la esterna temperatura è al di sotto dello zero. Durante la estate essa elevasi sino a 33 e 36 gradi, ed all'epoca della uscita degli sciami, oltrepassa anche 40 gradi. Il calorico è più forte anche nei formicaj di quello ch'è nell'aria, poichè Juch ha osservato ascendervi il termometro a 20 gradi, il calorico esterno essendo a 13, e si elevò a 18 gradi, essendo la temperatura esterna di 24,44 gradi. Martine ha osservato che il calorico dei bruchi oltrepassa quasi sempre quello atmosferico di uno o due gradi. Hausmann e Rengger hanno osservato l'ascensione del termometro nei vetri stretti, ove avevano posti degli scarafaggi ed altri insetti. J. Davy ha fatto conoscere il calorico di alcuni insetti

NOMI degli animali	CALORICO dell'atmosfera	CALORICO degli animali
Scarabaeus pilularius	24,30 gradi	25 gradi
Lampyris	22,8	23,3
Blatta orientalis	23,3	23,9
Gryllus	16,7	22,5
Scorpio afer	26,1	25,3
Julus	29,7	25,8

Rudolphi ha rinvenuto che il termometro ascendeva a 12, 15 gradi nel corpo di un gambero di fiume, ed a 15 in quello di un altro, mentre il calorico dell'acqua era ad 11 gradi.

I molluschi hanno anche la facoltà di produrre calorico, ad onta che sia variabile secondo la temperatura atmosferica. J. Hunter ha osservato che quattro chiocciole nere, rinchiuse in un vaso, fecero ascendere il termometro di 12, 22, a 13, 89 gradi. Spallanzani ha notato egualmente che il termometro si elevava un poco, allorchè egli rinchiudeva molti individui dei generi *limax* ed *helix* nei vasi. Gaspard ha rinvenuto che ventiquattro chiocciole di giardino, rinchiuse durante l'estate in una pentola situata in cantina, dove la temperatura era di 13 gradi, fecero ascendere questa ultima di un grado circa nella pentola. Secondo gli esperimenti di Berger, il calorico dell'*elix pomatia* varia molto in ragione di quello esterno. Il calorico medio di tale animale fu di 8, 33 gradi durante undici mesi, il minimo di 1, 22, ed il massimo di 18, 33. In estate esso quasi sempre fu di 4, 44 gradi al sorgere del sole, e di 12, 22 verso due ore dopo mezzogiorno. Quello dei molluschi bivalvi è quasi eguale, secondo Pfeiffer, alla temperatura dell'acqua nella quale vivono. Quest'osservatore ritrovò l'acqua nella quale egli ne conservava ad 11, 25 gradi, mentre la pallina del termometro situata tra il ventre e le *laminette branchiali* non si elevò che di 11, 56. J. Davy dice di non aver osservato sulle ostriche differenza alcuna di calorico tra esse e l'acqua in cui dimoravano.

J. Hunter ha fatto alcuni esperimenti sul calorico degli *annelidi*. Parecchi vermi di terra rinchiusi in un bicchiere, fecero elevare, secondo lui, il termometro di 12, 33 gradi, a 14, 94. Egli asserisce che avendo poste tre sanguisughe in un bicchiere, il termometro si elevò una volta di 12, 22 gradi, a 13, 78, ed un'altra di 13, 33, a 13, 90.

In quanto a ciò che concerne la causa della produzione del calorico negli animali, vi sono pochi fenomeni vitali sui quali sieno stabilite tante differenti teoriche, quante su di questo. Gli jatromeccanici insegnavano che il calorico si produce nei corpi viventi come in quelli privi di vita, per lo strofinamento che ha luogo sì negli umori e nelle pareti dei vasi, che negli organi medesimi, in conseguenza dei movimenti interni. I medici dell'antica scuola jatrochimica li consideravano come un risultamento del miscuglio del chilo preteso acido con il sangue alcalino, operazione, eglino asserivano, che cagionava una effervescenza accompagnata da sviluppo di calorico. I fisiologi partigiani delle nuove dottrine chimiche credono rinvenire la causa di tal fenomeno nell'atto della respirazione, che paragonarono ad una combustione, la quale avveniva nei materiali del sangue venoso e l'ossigeno dell'aria inspirata, e nel corso della quale il calorico messo in libertà si combina col sangue arterioso, che si attribuisce a tutto il corpo. Altri fisiologi ne ricercano la sorgente nella digestione, nella nutrizione, nella secrezione, ed anche nel sistema nervoso. Senza fermarci nell'esame di tali teoriche, di cui sarà trattato diffusamente, parlando della produzione del calorico nell'uomo, ci limiteremo a dire in questo luogo, che ciò che vi ha di certo si è che nessuna di esse dà una soddisfacente spiegazione. La dottrina medesima di Crawford e di Lavoisier, secondo la quale il calorico è un prodotto della respirazione, ad onta che abbia per essa il voto della maggior parte dei fisici, è stata trovata insufficiente da Dulong e De-

spretz, i quali si sono studiati per mezzo di esperimenti a conoscere sino a qual segno la quantità di gas ossigeno consumata nella respirazione basti per la produzione di tutto il calorico che gli animali perdono continuamente, e si sono trovati costretti perciò al ammettere altre sorgenti ancora di calorico, le quali ci sono ignote.

Il solo punto che si possa risguardare con certezza si è che lo sviluppamento del calorico è un fenomeno vitale, il quale dipende immediatamente dagli atti della nutrizione, causa determinante e conservatrice della vita. Il succiamento delle materie nutritive e l'assimilazione per mezzo della digestione e della respirazione, della circolazione degli umori, della nutrizione e della secrezione, il rinnovamento dei materiali che accompagna l'esercizio della vita, e le mutazioni continue di composizione nelle parti solide e liquide, le quali cose son tutte sotto l'influenza dei nervi, e concorrono ancora alla produzione del calorico, e s'ingannano quando ricercasi la causa di questo in uno di tali atti solamente. L'intensità dello sviluppo del calorico e la facoltà di conservarsi ad una certa temperatura, propria a ciascuna specie, sono negli animali in ragione diretta della composizione della loro organizzazione, della somma e della intensità delle manifestazioni di attività che adempiono. Gli uccelli ed i mammiferi, che sono quelli che si alimentano ad intervalli più corti, che digeriscono con più rapidità, che consumano maggior ossigeno, e che evacuano maggior acido carbonico, la cui circolazione è più rapida e più energica, che mostrano maggiore durata nei loro movimenti, nei quali osserviamo gli effetti più intensi dalla parte del sistema nervoso, che segregano maggior diversità di umori, e nei quali da ultimo tutti i fenomeni annunciano che il rinnovamento della materia avviene in un modo più pronto e più vivo, questi animali sono quelli che hanno calorico più elevato, e che possono conservarlo più uniformemente ad una temperatura particolare per ciascuno di essi. I rettili, i pesci, gl'insetti, i molluschi, i vermi la cui struttura è meno complicata, i cui fenomeni vitali offrono minor diversità, e nei quali gli atti preaccennati vitali hanno minore intensità, hanno anche un calorico meno forte: essi sono più soggetti a variare relativamente alla loro temperatura, e la loro facoltà di produrre calorico è contenuta nei più ristretti limiti.

Del rimanente la produzione di calorico che risulta dal rinnovamento della materia e dalle mutazioni di composizione, inseparabili dalla vita, varia negli animali nella estensione di alcuni limiti, secondo lo sviluppo, i periodi della età, la natura degli alimenti, ed il modo con cui effettuasi la digestione, secondo la respirazione, la circolazione sanguigna e l'influenza nervosa, secondo le stagioni, ed anche secondo le epoche della giornata, durante la veglia ed il sonno, secondo gli stimoli esterni che incitano gli animali: finalmente, secondo le malattie, i medicamenti ed i veleni. Venendo i fatti in appoggio di tale asserzione, saranno esposti quando tratterò del calorico dell'uomo.

Uno sviluppo di calorico sembra che avesse luogo nelle piante, sebbene ad un debole grado soltanto, durante gli atti della respirazione, della nutrizione e della secrezione, egualmente che durante la fecondazione e la germinazione. Ma sembra che i vegetabili non soggiacciano a dei continui cambiamenti per l'effetto di un' attività interna nelle loro parti solide una volta formate, come osservasi negli animali, dove la materia dei diversi tessuti muta incessantemente. Questi esseri non eseguiscono movimenti volontarii, e non esistendo in essi il gruppo intiero delle funzioni nervose, loro mancano le principali sorgenti della produzione del calorico.

CAPITOLO II.

Dello sviluppo della luce nei corpi organizzati.

Molti corpi organizzati vegetabili ed animali hanno la facoltà di risplendere. Prima di nominarli e d'indicare le condizioni, in cui diffondono la luce, io credo a proposito fare alcune osservazioni sulla fosforescenza dei corpi in generale. Si chiamano luminosi tutti i corpi la cui esistenza ci vien rivelata mercè il senso della vista, anche in mezzo a spazii incommensurabili. Sembra che non vi sieno corpi assolutamente luminosi, ad eccezione del sole e delle stelle fisse. Tutti gli altri addivengono visibili, riflettendo la luce, o pure non offrono tal fenomeno che in alcune circostanze. Perocchè un corpo per addivenirci visibile, per istimolare i nervi dei nostri occhi, fa d'uopo che un mezzo esista tra questi organi ed esso. Ora, i fisici sono divisi di opinione sulla natura di questo mezzo. Alcuni opinano che vi sia tra i corpi luminosi e l'

occhio un fluido estremamente sottile ed elastico, che riempie tutto lo spazio del mondo, e che eglino chiamano etere. Secondo essi, questo corpo prova, per l'attività dei corpi luminosi, al pari dell'aria per l'effetto del suono, vibrazioni ondulatorie, le quali si propagano con la più grande rapidità, e che producono la sensazione della vista, quando esse incontrano la membrana nervosa del nostro occhio. Questa teorica è quella che Huyghens ha stabilita, che Eulero ha sostenuta e sviluppata. Altri ammettono che particelle materiali sottili emanano dai corpi luminosi, che queste particelle traversano lo spazio in linea retta con una estrema velocità, e che arrivando nell'interno dell'occhio, occasionano la sensazione della vista. Si da loro il nome di *luce* o materia luminosa È questa la teorica già abbozzata da Epicuro, e che Newton ha sviluppata. Le due ipotesi presentano grandi difficoltà, di cui la maggior parte è nulladimeno più atta a confermarci nella seconda che nella prima. Quasi tutti i fisici si sono dichiarati per l'esistenza di una materia particolare, estremamente sottile, estremamente estensibile ed imponderabile che emana dai corpi luminosi. Sembra che tutti i corpi ponderabili ricevano in essi una porzione della luce solare con la quale sono messi in contatto, e ne ammettano in tanta maggior quantità per quanto sono meno trasparenti, e per quanto la loro superficie è più oscura e scabrosa. Il grado di riscaldamento di un corpo mercè la luce solare è proporzionato alla quantità della luce che questo corpo assorbe. Molti chimici distinti risguardano in oltre come probabile che la luce combinasi chimicamente con le materie ponderabili, e ch'essa può abbandonarle dipoi in diverse circostanze.

I corpi organici non presentano il fenomeno di uno sviluppo di luce nelle circostanze e condizioni seguenti.

1. Molti corpi inorganici, sì trasparenti che opachi, privi di colore o debolmente colorati, ma giammai neri, hanno le proprietà di risplendere qualche tempo nella oscurità, allorchè precedentemente sono stati esposti allo splendore della luce solare, o anche di un'altra luce, come l'hanno dimostrato Beccaria, Canton, Dessaignes, Grottuss, Heinrich ed altri. Le sostanze che presentano questo fenomeno in più alto grado sono il diamante, l'*arragonite*, la stronziana, il marmo, lo spato calcare, la creta, e le diverse pietre fosforiche. Il sale ammoniaco, l'alabastro, il salnitro, il basalto, la galena, risplendono meno. L'ocra ferruginosa, la celestina, il berillo ec. risplendono anche meno. La silice, l'ametista, la crisolite, lo smeraldo ec. sono i minerali che risplendono debolissimamente, ed i quali sovente ancora non risplendono all'intutto. L'acqua e tutti i corpi liquidi, lo zolfo, il grafite, la barite, la calce ed i regoli metallici non risplendono. Poichè i precedenti corpi risplendono in tutti i mezzi trasparenti dai quali non vengono scomposti, anche nei gas non combustibili e nel voto, e ciò con uno sviluppo notabile di calorico, la luce che essi avevano assorbito per l'effetto di una debole affinità, durante l'insolazione, sembra che gli abbandoni nella oscurità.

2. La maggior parte dei corpi risplendono, dopo l'insolazione, ma, di più, diversi altri, come la calce, la barite, la stronziana, la magnesia ec. quasi tutti i fossili terracei, come il cristallo di rocca, l'*asbesto*, il quarzo, il topazio, il cianite, la *mica* e la limatura di molti metalli, dello zinco, dell'antimonio, del ferro, dell'argento e dell'oro, diffondono luce nella oscurità, allorchè sono stati riscaldati, come rilevasi dagli esperimenti di Wedgwood, Hauy, Dessaignes, Heinrich, Brewster, Children ed altri. Ciò non ostante il grado di calorico necessario allo sviluppo della luce varia molto. Sembra che in tali corpi la combinazione della luce con essi sia più intima, e che non possa essere distrutta se non dalla influenza del calorico.

3. Lo scuotimento dei corpi inorganici per lo stropicciamento, la percussione o l'urto, produce uno sviluppo di luce in molti, secondo le osservazioni fatte da Homberg, Bergmann, Macquer, Pelletier, Dolomieu, Gillet-Laumont, Saussure e Dessaignes. Questi sono dei corpi che risplendono più lungamente dopo la insolazione od il riscaldamento, come il diamante, lo spato pesante, il clorato di potassa, il quarzo, lo spato fluore, l'arragonite, la dolomite, la blenda, il sublimato, ec. Alcuni fluidi, l'acqua e l'aria, sviluppano luce quando vengono bruscamente compressi. Deciso non è se, in tal caso, lo sviluppo della luce sia solamente l'effetto della commozione, o quello dell'incitamento dell'elettricità, come l'ammettono Dessaignes e Becquerel.

4. Uno sviluppamento di luce accompagna qualche volta dei cambiamenti di coesione, ed allora sembra congiungersi ad un eccitamento di elettricità. Fenome-

ni luminosi sono stati osservati da Pikel, Schoenwald, Schiller, Giobert, Hermann, Berzelius, Woehler e Pfaff sui diversi sali, nel momento della loro cristallizzazione nell'acqua che li discioglieva, particolarmente sul solfato di potassa ed il fluato di soda.

5. Osservasi uno sviluppo di luce e di calorico nel momento della reazione di un grandissimo numero di diverse materie ponderabili. Tal fenomeno in nessuna parte è più sensibile che nella combinazione dell'ossigeno con altre materie, la quale vien detta combustione. La quantità di luce che si sviluppa durante la combustione è proporzionata alla natura dei corpi combustibili. Il fosforo ne sviluppa molto, il carbone meno, e l'idrogene meno di tutti gli altri corpi. La luce è tanto più viva, per quanto la combustione più rapidamente avviene. Il suo colore dipende dalla natura del corpo che brucia. Uno sviluppo di luce avviene egualmente nella combinazione del cloro, dello iodio, del selenio, dello zolfo e del fosforo con altre materie. Alcuni corpi composti offrono anche tal fenomeno quando si combinano insieme, come l'acido solforico e la magnesia, la calce e l'acqua, la barite e l'acqua. La luce che si sviluppa durante la combinazione dei corpi esiste o nell'uno o nell'altro di tali corpi, o in amendue nel medesimo tempo, e si separa da essi nel momento in cui si uniscono insieme, o pure si sviluppa nel momento della combinazione delle materie ponderabili con delle imponderabili che queste contenevano, cioè, secondo pensa Berzelius, per lo concorso delle due elettricità opposte.

6. Uno sviluppo di luce accompagna frequentemente i fenomeni elettrici. Tosto che la elettricità si sviluppa con qualche energia solamente, essa comparisce sotto forma di scintilla. La elettricità ha il potere di far nascere fenomeni luminosi in molti corpi. I corpi risplendenti per insolazione acquistano anche la proprietà di risplendere, quando si fanno traversare la scarica elettrica, come Dessaignes, Heinrich, Grotthuss, e Seebeck lo hanno con le loro esperienze dimostrato. La luce fa parte dell'elettricità? oppure essa è composta delle due elettricità? o infine viene scacciata, per l'azione della elettricità dai mezzi e dai corpi sui quali agisce quest'ultima? Tali quistioni non sono state ancora risolute dalla fisica.

Dopo queste preliminari osservazioni passiamo ai fenomeni luminosi dei corpi organizzati. Alcuni di questi mandano lucentezza sol durante la loro piena attività, o nello stato di vita, ed altri al contrario quando la vita è spenta in essi. Esaminiamo queste ultime.

I corpi o sostanze organiche senza vita sviluppano luce in molte circostanze in cui alcuni corpi inorganici si mostrano luminosi.

1. Molte sostanze organiche risplendono, dopo l'insolazione. Secondo gli esperimenti di Heinrich. si devon noverare qui, tra le materie vegetali, i semi, le farine, l'amido, la gomma arabica, ed altri; tra gli animali, le piume, il corno, i coralli, i gusci di lumaca, le perle, i denti, le ossa, il cuojo, il giallo di uovo, i tendini, i muscoli, la colla di pesce, la colla nello stato secco. Il legno, la maggior parte delle gomme, la seta e le materie animali non secche sviluppano poca o nessuna luce, dopo essere state esposte ai raggi solari. Le parti fresche dei vegetabili non sono luminose.

2. La cera, gli olii volatili e grassi, lo zucchero ed il legno, il solfato di cinconina, secondo Pelletier, ed il solfato di chinina, secondo Calland, sviluppano luce per l'azione del calorico. Siccome le materie organiche, secondo le osservazioni di Dessaignes, non risplendono che nell'aria, e siccome lo sviluppamento di luce aumenta nel gas ossigeno, la fosforescenza dei corpi organici sotto l'influenza del calorico debb'essere annoverata tra i fenomeni della combustione.

3. Uno scotimento meccanico, lo stropicciamento, fa risplendere lo zucchero ordinario, quello della manna, le sotto resine, la *gomma elemi* (1), la gomma *odorifera* e la gomma *arbol a brea*, secondo le osservazioni di Bonastre, probabilmente in conseguenza di un eccitamento elettrico. L'olio volatile e quello di oliva sviluppano luce, principalmente quando vengono agitati nel voto. Dessaignes pretende che le materie animali non risplendono affatto di tali circostanze.

4. Tutti i corpi organici, nella loro qualità di combustibili, diffondono luce durante la combustione.

5. Nelle resine che si stropicciano osservasi uno sviluppo di luce, accompagnato da eccitamento di elettricità.

Relativamente a tali modi di fosforescenza, i corpi organici morti rassomiglia-

(1) *Questa sostanza è resina anzichè gemma.* Il Trad.

no agl'inorganici. Ma molti tra essi diffondono anche luce nell'atto della loro scomposizione, e quando, la putrefazione s'impadronisce di essi.

Quanto ai vegetabili periti osservasi più sovente nel legno uno sviluppamento di luce, ed in particolare nella radice, come anche nel tronco e nei rami, quando si scompone ad un moderato calore, all'umidità, e senza essere esposto totalmente all'azione dell'aria. Secondo gli esperimenti di Dessaignes e di Heinrich, la fosforescenza non si effettua che ad una media temperatura. Sparisce nel ghiaccio e nei grandi calori. L'acqua calda la fa cessare, al pari che la disseccazione. Lo sviluppamento di luce si effettua nell'aria atmosferica. Addiviene più intensa, ma ha minor durata nell'aria compressa. Dessaignes assicura che sparisce poco a poco nel voto. Il legno non spande luce maggiore nel gas ossigeno che nell'aria atmosferica, siccome Heinrich, Dessaignes, Gaertner e Boeckmann hanno osservato: nulladimeno risulta dalle esperienze di questi due ultimi che la fosforescenza vi dura più lungamente. Essa dura per alcune ore nel gas azoto, idrogeno ed idrogeno fosforato: ma ricomincia quando l'aria atmosferica s'introduce nel vaso. Cessa a capo di alcuni minuti nel gas acido carbonico, idrogeno solforato, nitroso, cloro, ammoniaca ed acido idroclorico, come hanno osservato Spallanzani, Hulme, Humboldt ed altri. Spariva a capo di sei a ventiquattro secondi nell'acqua non bollita e negli olii grassi. Si spegne più rapidamente anche nell'alcool, etere, acqua di calce, negli acidi allungati e nelle saline dissoluzioni. Cessa successivamente nell'acido solforico. Il legno che risplende nell'aria o nel gas ossigeno consuma ossigeno e produce gas acido carbonico, senza che perciò il volume dell'aria sensibilmente si menomi.

Giudicandosi dai fenomeni suindicati, ognuno crederà come opina L. Gmelin che, durante la scomposizione del legno, ha luogo una combinazione organica combustibilissima di carbonio, d'idrogeno e di ossigeno, la quale simile al fosforo, brucia e sviluppa luce nella ordinaria temperatura. Forse anche il fosforo vi prende parte, dappoichè le ricerche di Berthier hanno dimostrato l'esistenza del fosfato calcare nelle ceneri di moltissimi legni (1).

Uno sviluppo di luce è stato anche osservato sulle radici di *valeriana* e di *tormentilla,* su i *tartuffi bianchi,* sulle *zucche,* e nell'atto di putrefazione di diversi funghi.

Il fenomeno della fosforescenza è molto più comune negli animali morti che nei vegetabili. Th. Bartholin, Boyle, Beale, Redi ed altri l'hanno osservato sulla carne dei mammiferi, degli uccelli e dei rettili, poco tempo dopo la morte (2). Nei pesci che cominciano a putrefarsi lo sviluppamento di luce si osserva più sovente ed in massimo grado (3). Bartholin, Iacobaeus, Redi, Spallanzani, Tilesius, ec. hanno osservato *seppie, molluschi bivalvi, entozoi* e *meduse* risplendere dopo la morte. Io ho osservato anche tal fenomeno sulle *stelle di mare* morte. I più numerosi esperimenti sulla fosforescenza dei pesci sono dovuti a Canton, Martin, Spallanzani, Hulme, Heinrich e Dessaignes. I pesci di mare sono quelli che risplendono più sovente: nulladimeno la fosforescenza è stata osservata egualmente su quelli di acqua dolce, come sui *lucci* ed i *siluri* da Heinrich. Il più delle volte essa comincia uno o due giorni dopo la morte, allorchè il corpo sta all'umidità, nell'aria atmosferica, o nel gas ossigeno, ad una temperatura di 12 a 18 gradi. Una temperatura inferiore a zero la sospende. Frattanto i pesci che sono stati gelati ritornano ad essere luminosi quando sono dighiacciati. Il calorico della ebollizione,

(1) *La spiegazione della fosforescenza data da diversi fisici per la scomposizione e ricomposizione che supponesi avvenire nelle materie fosforescenti è ipotetica. I corpi nei quali effettuasi la fosforescenza perlopiù non si trovano alterati dopo: ciò che dimostra che non ha luogo nè scomposizione, nè combustione. Essi assorbono la luce solare che sprigionasi tanto di notte che di giorno, ma in questo ultimo non è manifesta, perchè la luce solare è più intensa. Questa verità è stata dimostrata con reiterati esperimenti da Osann ultimamente.* (Glocker. Min. Iourn. 1838). Il Trad.

(2) *Il nostro insigne delle Chiaje in un'*anitra *morta osservò che il pannicolo adiposo dava vivissima fosforescenza.* Il Trad.

(3) *Questo fenomeno osservasi a preferenza nella putrefazione delle teste dei pesci.* Il Trad.

e principalmente l'acqua bollente, distruggono tal fenomeno per sempre. Non succede nel voto, nel gas acido carbonico, idrogeno, idrogeno solforato e nitroso: se erasi per lo innanzi manifestato, sparisce; ma si scorge rinascere subito che i pesci sono rimessi nell'aria atmosferica. L'acqua di calce, l'alcool, l'etere, le soluzioni concentrate di alcali e di sali, e gli acidi la sopprimono: ma si ristabilisce quando si allungano i liquidi con gran massa di acqua. Lo sviluppo di calorico non è accompagnato da fosforescenza, secondo le osservazioni di Hulme, e frattanto Lessaignes assicura che svilppasi dell'acido carbonico. Si scorge, durante la fosforescenza nell'aria, alla superficie dei pesci, una materia chiara, liquida, mucilaginosa, che addiviene a poco a poco torbida consistente, luminosa. Tale sostanza fosforescente può essere, mercè la lavanda, portata via, e si combina così con l'acqua, la quale addiviene perciò luminosa. Se si pongono in vasi di vetro con l'acqua, non tarda a comparire sulla superficie del liquido un anello brillante che agitandosi, addiviene luminoso. La luce sparisce nell'acqua bollita e guarentita dal contatto dell'aria, ma essa sparisce dacchè l'aria può affluire. La fosforescenza cessa subito che la putrefazione fetida comincia (1).

Consegue da tutti questi fatti che la fosforescenza degli animali morti vien preceduta da una scomposizione effettuata sotto l'influenza del calorico e dell'aria, e la quale ha per iscopo di produrre o di far conoscere ad evidenza un liquido luminoso: probabilmente questo ultimo contiene fosforo, che si sviluppa dalla combinazione organica, e che brucia lentamente.

Fosforescenza dei vegetabili viventi.

Assicurasi che i fiori di molte piante sviluppano luce, specie di scintille, dopo il tramonto del sole, nelle serate serene e calde di estate. Questo fenomeno, di cui parlano alcuni antichi scrittori, è stato osservato dal figlio di Linneo sui fiori del nasturzio d'India (2) Linneo pretendeva di averlo osservato soltanto sui fiori i cui petali hanno un colore rancio. Haggren credeva di aver osservato delle luminose emanazioni sul fiorrancio (3) sul *lilium bulbiferum* e sul tanaceto (4), conseguentemente sui fiori gialli, poco dopo del tramontar del sole, quando l'aria era serena e calda, non già quando era umida.

Johnson dice di aver vedute delle scintille slanciare dai fiori di molti vegetabili, dal fiorrancio, dal *lilium bulbiferum* e *chalcedonicum*, dall'*alnaceto*, dal *girasole* e dal *tuberoso*. (5)

Questa ultima pianta addiviene luminosa in una serata soffocante di estate, e considerandola da vicino, rinvenne che tre fiori che cominciavano ad appassirsi slanciavano delle scintille di una luce gialliccia torbida, diffondendo un odore intensissimo: nulladimeno, malgrado tutta l'attenzione che vi si ebbe, non potè ascoltare lo scoppio simile a quello della scintilla elettrica. Dicesi che i fiori di altri vegetabili diffondono, durante la notte, una luce debole ed uniforme, di colore verdiccio turchiniccio, come Szuets dice di averlo osservato sulla *phytolacea decandra*. Alcuni fisici hanno elevato dubbj sulla fosforescenza dei fiori, poichè non l'hanno affatto rilevata nei loro esperimenti. Del pari, Ingenhouss non ha veduto traccia veruna di luce sui fiori del *nasturzio d'India*, nè al crepuscolo, verso la sera, o nelle notti di estate, nè in una completa oscurità. Senebier, Saussure, il giovine, neanche l'hanno osservato. L. C. Treviranus non ha potuto scorgere nessuna fosforescenza, in una oscurità perfetta, sui fiori del tanaceto, di *tithonia*, di *coreopsis tinctoria* e di *gonteria pavonina*.

(1) *Questi fatti danno pruova maggiore che la fosforescenza non è effetto di scomposizione, ma nasce dalla luce assorbita.* Il Trad.

(2) *Questa graziosa pianta che distinguesi per le sue foglie rotonde angolose peltate di un bel color verde chiaro, e i fiori crocati venati speronati, è detta* Tropaeolum majus *che coltivasi sui terrazzi e fiorisce di estate. Tutta l'erba ha qualità depuranti* (vedi il mio Trattato Elementare di materia medica vol. 2. p. 153 Nap. 1839). Il Trad.

(3) *È erba annuale, detta* cappuccina (calendula officinalis) *che nasce nei campi e si coltiva nei giardini per ornamento.* Il Trad.

(4) *E' il* tanacetum vulgare *che nasce sui colli aridi e si coltiva negli orti.* Il Trad.

(5) *Polyanthes tuberosa gigliacea coltivata nei giardini.* Il Trad.

Egli opina dunque, con Goethe, che la luce si crede vedere su tali fiori all'epoca del crepuscolo, non sia che una pura illusione. Alcuni naturalisti pretendono di aver osservato uno sviluppamento di luce nel succo di un'*euforbia* crescente al Brasile, nel momento in cui scorreva. Murray fu il primo che parlò di tal fenomeno. Martius, che chiama la pianta *euphorbia phosporea,* dice di averlo veduto una volta.

Uno sviluppamento di luce è stato osservato sopra molte crittogame. Linneo parla della fosforescenza del *byssus phosphorea (dematium violaceum Pers.)*

Ducluzeau ha veduto risplendere delle conferve. Lo stesso fenomeno si è presentato a Funk e Brandenburg nello *schistotega osmundacea* che alligna nelle caverne. Brewster ha osservato che la *chara hispida e vulgaris* erano fosforescenti, principalmente quando le collocava su di un ferro caldo. Derschau e Noeggerath hanno osservato uno sviluppamento di luce in una pianta crittogama che si rinviene alla superficie di un vecchio legno nelle miniere di carbon fossile ed in alcune altre, e ch'è stata descritta sotto il nome di *rhizomorpha*. Bischof ha indagato le circostanze, in cui accade la fosforescenza. Si scorge bene su l'intera pianta, ma principalmente sui giovani germogli bianchicci. Essa è più viva nelle giovani piante che in quelle che sono avanzate in età. La luce è più forte negli individui che vegetano nei luoghi umidi e caldi delle miniere, che in quelli che vivono nelle parti secche e fredde. Allorchè la temperatura è portata a 40 gradi, fassi più viva la fosforescenza. I *rizomorfi* non risplendono nel vuoto, nè nei gas che non contengono ossigeno in mescuglio. La facoltà di risplendere ricomparisce all'aria anche dopo parecchie ore di soggiorno nel vuoto o nel gas azoto. Le piante risplendono più nel gas ossigeno che nell' aria: il primo sparisce, e si produce dell'acido carbonico, di cui una parte sembra che sia assorbita, poichè non riempie perfettamente lo spazio che occupava l'ossigeno che è stato consumato. Sembra che la fosforescenza si spenga con la vita dei *rizomorfi*.

Le cause dalla fosforescenza dei vegetabili non sono ancora punto conosciute. Pulteney e Volta la consideravano come un fenomeno elettrico prodotto dal *polline* idio-elettrico. Ma ciò che combatte questa ipotesi si è che Haggren ha osservato che la luce si emana dai petali e non dai filetti degli stami. Probabilmente tal fenomeno, se realmente avviene, dipende dalla emanazione di una materia combustibile, forse di un olio volatile che entra in una specie di combustione sotto l' influenza dell'aria.

Dicesi che il dittamo bianco diffonde, nel suo d'intorno, durante le calde serate di estate, un'atmosfera che accendesi avvicinandovi una candela, e produce una fiamma turchina fulgida. La fosforescenza delle crittogame pare egualmente dipendere da una lenta combustione, a giudicarne secondo le precedenti esperienze.

Fosforescenza degli animali viventi.

Alcuni fenomeni luminosi sono effettuati da moltissimi animali sì acquatici che aerei. Ciò non ostante sono più comuni nei primi che nei secondi. La maggior parte degli animali delle inferiori classi che vivono nel mare, gli infusorii, le meduse, i radiari, gli anelidi, molti crostacei, molti molluschi, ed anche qualche pesce, sono fosforescenti. Perciò il mare è fosforescente, locchè è stato osservato in tutte le zone, ma con più frequenza tra i tropici, da Loefling, Ternstroem, Osbeck, Kalm, Hasselquist, Banks, Solander, Forster, Legentil, Labillardière, Peron, Humboldt, Krusenstern, Tilesius ed altri. Allorchè un vascello varca l'Oceano con vento impetuoso durante la notte, le onde in movimento diffondono una luce splendida e rossiccia, la quale s'irradia sul mare a guisa di baleno (1). Quoy e Gaimard hanno osservato luminoso il mare eziandio a 60 gradi di latitudine meridionale, e Mac Culloch ha osservato questo fenomeno sulle coste delle isole Schettland ed Orkney. I naturalisti relativamente a tal causa sono di opinione divisa. Boyle lo credeva prodotto dalla rapida rivoluzione del mare su di sè stesso, che porta seco uno stropicciamento dell' aria contro la superficie dell'acqua. Bajon, Legentil, Delaperrière, Waesstroem ed altri, lo consideravano come un fenomeno elettrico prodotto dallo stropicciamento

(1) *Io ho veduto questo bello spettacolo nel 1811, nel mese di settembre nel mare Adriatico. Dipendeva esso da infusori luminosi che scorsi nell'acqua con l' ajuto del microscopio. (A)*

del mare e delle sue particelle saline. Beale, Bourges, Leroy, Godeheu di Biville, Martin, Canton, Hulme ed altri l'attribuivano alla putrefazione dei corpi animali, e ad una scomposizione di particolar natura, che la precede e che ingenera una materia mucoso-oliosa fosforescente. Silberschlag, Borch ed altri scorgevano in esso un effetto del fosforo che esiste nel mare. Mayer, Helwig, Brugnatelli, ec. pensavano che gli animali assorbono durante il giorno luce che in seguito esalano nella oscurità.

Le osservazioni fatte da Vianelli e Griselini nelle lagune di Venezia, hanno dimostrato che la fosforescenza del mare dipende dagli animali viventi. Nollet e Fougeroux di Bondarroy hanno osservato ben anche in tal luogo certi animali diffonder luce. È un fatto questo d'altronde, ch'è stato messo fuor di dubbio per le indagini di Linneo, Forskael, Donati, Banks, Forster, Spallanzani, Viviani, Peron, Macartney, Mitchill, Tuckey, Tilesius, Mac Culloch, Quoy e Gaimard, Murray ed altri. Citiamo gli animali nei quali la fosforescenza è stata osservata.

Tra gl'infusorj marini, molti sono stati rinvenuti fosforescenti da Baster, Rigand, Labillardière, Tilesius, Mac Culloch, Quoy e Gaimard. Quelli appartenevano particolarmente ai generi *cercaria, volvox* e *vibrio.* Tali sono ancora i *trichoda granulosa* e *triangularis,* la *lincophea echinoides.* Tilesius ha osservato la fosforescenza degli animaletti messi in un cilindro di vetro pieno d'acqua di mare, ogni qualvolta rimoveva egli l'acqua o l'agitava con una percossa data sul vaso. Mac Culloch ha rilevato che la luce si spegneva con la morte degli animali. Quoy e Gaimard versarono dell'acido solforico allungato in un vaso di acqua marina che conteneva certi infusorj fosforescenti: questi tutto in un tratto diffusero uno splendore fulgidissimo, ma disparve prontamente. L'aggiunzione di acido solforico puro o di aceto uccise gli animali, e la fosforescenza immantinente cessò. Peron ha veduto risplendere alcune *sertularie, gorgoni, alcioni, spugne* ed *isis* che erano stati tirati dal fondo del mare, sulle coste della nuova Olanda. La fosforescenza delle penne di mare *(pennatula phosphorea, grisea, rubra, argentea,)* è stata osservata da Linneo, Shaw, Spallanzani ed altri. Giusta le osservazioni di quest'ultimo non v'hanno che dei polipi situati alla estremità delle laciniarie che diffondono luce quando si muovono. La fosforescenza dura lungamente dopo la morte, e cola un liquido muccoso, che Spallanzani risguarda come la sorgente della luce.

Le meduse, principalmente quelle dei mari tropicali, sembra che sieno tutte fosforescenti in alcune circostanze, secondo le osservazioni fatte su di molte specie *(medusa noctiluca, pelagica, scintillans, hemisphaerica, aurita, ovata, capillata lucida* ed altre), da Farskael, Banks, Dicquemare, Spallanzani, Macartney, Humboldt, Tilesius, Mac Culloch ed altri (1). La fosforescenza avviene durante i movimenti dell'animale, principalmente d'intorno ai *tentacoli.* Macartney l'ha veduta aumentare nella *medusa lucida,* quando riscaldava l'acqua. La luce diveniva egualmente più viva nell'alcool; nulladimeno gli animali vi perivano prontamente, e la loro luce estinguevasi. Spallanzani ha osservato che dalla superficie delle meduse trapela un liquido vischioso, il quale ha un sapore scottante, e produce un senso di prurito alla pelle. Mescolato tal liquido con dell'acqua o latte, li rende fosforescenti per alcune ore, principalmente quando in appresso si riscaldano e si dimenano. Certi animali morti, la cui luce erasi spenta, furono di nuovo fosforescenti per la giunta di una certa quantità di acqua dolce, e pel movimento ad un calorico di 26 a 37 gradi. Humboldt ha osservato che le sue dita risplendevano per qualche tempo, dopo di aver toccato delle meduse: egli ha rilevato ancora che la luce diveniva più forte quando gli animali si esponevano al galvanismo. La luce delle meduse, alle quali Macartney dette una commozione elettrica, si spense per un istante, ma ricomparve dipoi più viva del passato. La fosforescenza dei *beroes* (beroe fulgens, ovatus, pileus) è stata osservata da Bosc, Macartney ed altri. Essa è tanto più viva, per quanto questi animali eseguiscono dei movimenti più forti. Si sono ben anche vedute alcune specie di *physalia, rhizophora, stephanomia e physophora* ch'erano luminose. Viviani ha osservato una piccola asteria fosforescente, e Peron ha rinvenuto sulli scogli dell'isola

(1) *A questo gruppo di esseri fosforici appartengono i* cesti, *le* callianire *e le* alcinae, *che sono stati figurati dal lodato sig. delle Chiaje* (Mem. su gli anim. S'vertebr.) Il Trad.

Bernier, certe *ophiures (ophiura teluates, phaphorea)*, che diffondevano luce.

Alcuni fenomeni luminosi sono stati osservati su di alcuni vermi marini, di alcuni nereidi *(nereis noctiluca, phosphorans, cirrigera, mucronata* ec.) (1) e su di alcune *planaires (planaria retusa)*, da Auzout, Delavoye, Vanelli, Griselini, Linneo, Viviani ed altri. I vermi di terra medesimi diffondono luce nell'epoca della copritura, secondo le osservazioni di Flaugergues e di Bruguière. Tra i molluschi, ve n'ha egualmente alcuni che sono luminosi, come la *pholas dactylus*, di cui già a Plinio era nota la fosforescenza e sulla quale Réaumur e gli accademici di Bologna hanno molto esperimentato. La luce sua, che tende al bianco turchiniccio è tanto più sensibile, per quanto l'animale è più vivo, più fresco e più sugoso. Essa è più forte in estate ed al momento della propagazione che in ogni altro tempo. Non sono tali solamente le parti esterne, principalmente i tubi respiratorj, ma ben anche le parti interne che risplendono. L'acqua che cola da questi animali, ed una vischiosa muccosità, ch'essi traspirano, diffondono anche luce. Comunicano essi la fosforescenza alle dita che li toccano, del pari che alla bocca ed alla saliva di quelli che ne mangiano. Sparisce nel vuoto la luce,ma ricompare ritornando l'aria. Un calorico moderato ne accresce la intensità, mentre il freddo ed il calorico della ebollizione la fanno cessare. Se bagnansi le *pholadi* con dell'acqua o latte tiepido, la luce acquista più vivacità, e questi liquidi divengono luminosi. Nell'olio dura la fosforescenza per qualche tempo. L'allungata soluzione di sale marino e di nitro e lo spirito di sale ammoniaco la rendono più manifesta. Le soluzioni concentrate al contrario, l'aceto, il vino, l'alcool, l'acido solforico, il vetriolo ed il sublimato rapidamente l'annientano. Dura ancora alcuni giorni dopo la morte, e si spegne all'invasione della putrefazione. Allorchè gli animali si disseccano, sparisce la proprietà di risplendere, ma essa rinasce per qualche tempo, se vengono stropicciati e renduti umidi con dell'acqua specialmente tepida.

Si annoverano al numero dei molluschi fosforescenti anche i *biphores* secondo le osservazioni di Bosc, Tilesius ed altri, ed i *pyrosomes (pyrosoma atlanticum et giganteum)* seguendo quelle di Peron, Desmarets e Lesueur.

Molti crostacei sono fosforescenti. Thulis e Bernard hanno osservato tal fenomeno sul *gommarus pulex*, durante l'estate, al mezzogiorno della Francia ed è accaduto nel mar Caspio nell'Hablitzl, Banks, Macartney, Turckey e Tilesius hanno veduto risplendere alcuni granchi di mare, specialmente il *cancer fulgens*. È stata del pari notata la fosforescenza in molte specie dei generi *astacus* (2), *palaemon, crangon panaeus squilla, limulus, lynceus* ed altri.

Pretendesi di aver osservato anche nei pesci alcuni fenomeni di luce. Loeflling e Bajon hanno veduto risplendere alcune doradi che andavano a truppe, e Riville delle schiere di *scomber pelamys*. Mac Culloch cita una specie di *leptocephalus*, ch'era quasi fosforescente. Frattanto la fosforescenza dei pesci può dipendere dai movimenti che communicano, nuotando, agli infusorj ed agli altri animali risplendenti contenuti nel mare. Tilesius l'attribuisce al brillante delle scaglie di molti.

Tra gli animali che vivono nell'aria molti insetti si fanno notare per la loro fosforescenza. Qui si annorano alcuni coleopteri, i vermi che risplendono *(lampyris noctiluca, splendidula, italica, ignita, phosphorea, nitidula, lucida, japonica, pensylvanica*, ec.) di cui la sorgente di luce ha sede nell'addomine. Molti *taupins* risplendono parimente, specialmente l'*elater noctilucus* delle isole Antille e dell' America meridionale, la cui fulgida luce somigliante allo smeraldo è stata menzionata da Sloane, P. Browne e Fougeroux. Gli *elater ignitus, phosphoreus* e diverse altre specie di cui parla Illiger sono del pari risplendenti. Nell'*elater noctilucus* la luce si emana, secondo osserva Curtis, da due elevazioni pertugiate del corsaletto e della base dell'addomine. Questo fisico crede di aver osservato che l'animale può a suo piacimento eccitarla e spegnerla. Avendo tolta la materia luminosa immediatamente dopo la morte da un insetto, egli rilevò che la fosforescenza durava anche per qualche tempo.

Luce descrive uno scarafaggio *(scara-*

(1) *Nella maggior parte degli anelidi notati dal ch. delle Chiaje* (mem. cit.) *massime nella* eunice gigantesca, *sviluppasi fosforescenza*. Il Trad.

(2) *Tilesius ha citato ed in parte figurati parecchi crostacei fosforescenti, nell' atlante del viaggio di Krusenster, tav. 22. (A).*

barus phosphoricus) del mezzogiorno della Francia, di cui l'addomine risplende. Secondo Afzelius, le antenne vuote e rigonfiate a guisa di sfera del *paussus sphaeroceros* diffondono un barlume fosforico. Latreille riferisce l'osservazione di un suo amico, il quale asserisce di aver veduto risplendere le pertugiate macchie del *buprestis ocellata.*

Tra gli ortopteri, al dire di Sutton, la zuccajuola è fosforescente.

L'ordine degli emipteri offre *le portalanterne (fulgora laternaria e serrata* dell'America meridionale, *pyrrhorhyncus* delle Indie orientali, e *candelaria* della Cina) che sono nello stesso caso. La parte luminosa del loro corpo è la regione anteriore della testa, la quale forma un rigonfiamento vessicolare. Ollivier assicura che le cigali diffondono parimente luce.

Secondo Brown tra i lepidotteri, il *pyralis minor* ha l'addomine debolmente luminoso.

Secondo che riferiscono Garman, Réaumur, Linneo, Fongeroux e Macartney tra le miriapodi, le *scolopendra electrica phosphorea* e *morsitans* si distinguono pel loro fosforico splendore. Sopra le *jule* Mac Culloch ha fatto la stessa osservazione, e tra le aracnidi sulle *phalangium*. Macartney pretende che la *scolopendra electrica* lascia sfuggire fuori una materia luminosa, la quale, tolta con le dita, diffonde un barlume fosforico per alcuni secondi.

La fosforescenza degl'insetti ha molto occupata l'attenzione dei naturalisti. Numerosissimi esperimenti avendo per scopo d'indagarne le condizioni e le cause, sono state eseguite su i vermi risplendenti, cioè: sul *lampyris splendidula* da Templer, Waller, G. Forster, Guénaud di Montbeillard Razumowsky, Macartney e G. R. Treviranus: sul *lampyris noctiluca* e da Hermbstaedt, Heinrich e Murray sul *lampyris italica,* da Nollet, Spallanzani, Carradori, Brugnatelli e Grotthuss: sui *lampyris noctiluca e splendidula* da Macaire; sulle tre prime specie da Tweedy John Todd. I risultamenti delle indagini sono in contradizione insieme a molte considerazioni, e le teoriche immaginate per spiegare il fenomeno portano più o meno l'impronta delle opinioni dominanti in chimica nell'epoca, in cui sono stati eseguiti gli esperimenti. Ci facciamo a dare la conoscenza dei principali punti.

La sorgente della luce ha principalmente la sua sede negli ultimi anelli dell'addomine. Frattanto i punti luminosi presentano differenze secondo le specie, ed in generale sono più estesi nelle femmine che nei maschi. La luce gialla verdiccia del *lampyris splendidula* parte da macchie giallicce situate alla superficie inferiore dei tre ultimi anelli. Nei maschi, che alcuni naturalisti credono non sieno lucenti, non v'hanno che due piccoli punti luminosi. Il *lampyris noctiluca* diffonde una luce turchiniccia o verdiccia, che emanasi dal mezzo dei due penultimi segmenti, e da due macchie situate sui lati dell'ultimo anello. Il quarto anello non ha che un piccolo punto brillante sul suo posteriore bordo. Nel *lampyris italica* i due ultimi anelli dell'addomine sono totalmente risplendenti, e la loro luce è di un vivo turchino. Non sono solamente gl'insetti perfetti dei due sessi, ma ben anche le larve, che risplendono, siccome è stato osservato da Swammerdam, Degeer, Schmidt, Macaire e Todd. Macaire ha osservato due piccoli punti luminosi su di alcune larve che da poco avevano abbandonato l'uovo, e che non avevano una linea di lunghezza. Le stesse uova diffondono un debole splendore simile a quello del fosforo. Sembrerebbe risultare da ciò che lo sviluppamento della luce non va congiunto perfettamente all'atto generatore, sebbene, secondo Mueller, sia più considerabile durante la copritura che in ogni altro tempo, che persiste con grandissima vivacità ancora nella femmina all'epoca del nido, e ch'esso diminuisce nel maschio quando è terminata la copula.

I naturalisti opinano diversamente intorno alla quistione se la fosforescenza sia prodotta da organi speciali. Macartney crede aver osservato che la luce parta dall'adipe sottoposto immediatamente ai tegumenti trasparenti delle parti luminose. Oltracciò egli ha osservato nell'ultimo anello dell'addomine due piccioli sacchi ovali formati da filamenti spirali come trachee e contenenti una sostanza molle e gialla. Carradori, Mueller e Murray opinano del pari che la materia luminosa sia contenuta in vescichette, o piccoli sacchi. Treviranus non ammette organi particolari che sviluppano luce, e risguarda i genitali interni per sede di questa. Macaire ha osservato, dopo tolti i tegumenti cornei, sottili, trasparenti e molli dei punti luminosi, una sostanza semi-trasparente bianco-gialliccia, la quale, esaminata col microscopio, sembrava formata da molte fibre ramose e nella quale si distribuiscono alcuni filetti nervosi: una materia granellosa adesiva alle fibre. Questa sostanza manifesta vivis-

sima fosforescenza nella oscurità, attesa la sua grande umidità; disseccandosi si rende opaca, e non risplende più. All'aria e nell'acqua continua per due o tre ore a diffonder luce giallo verdiccia. Il calorico e l'azione galvanica ravvivano la fosforescenza per lungo tempo anche quando la materia non è affatto secca. Spallanzani e Carradori hanno del pari rilevato che le parti risplendenti del *lampyris italica* non diffondevano luce finchè erano umide. Spallanzani, Heinrich e Todd assicurano che dopo di aver separate queste parti dal corpo, e sino a che esse non disseccavansi, riuscivano a renderle fosforescenti, toccandole o pungendole con uno spillo. Allorchè Macaire esponeva la sostanza ad un calore che ascendeva sino a 41 grado, il suo splendore diveniva più vivo: ma se egli continuava a riscaldarla, la luce diminuiva e prendeva una tinta rossiccia: a 52 gradi si spegneva all'intutto; la materia era allora bianca, opaca, e simile al bianco di uovo coagolato. Le esperienze di Murray si confanno con quelle relativamente ai punti essenziali. La luce si estingueva nel vuoto, e rianimavasi ritornando l'aria. Carradori e Brugnatelli dicono al contrario, averla osservata anche nel vuoto, lo che frattanto è dubbioso. Spariva essa nei gas non respirabili, e ricompariva poi sì nell'aria che nel gas ossigeno. Murray pretende che la materia continua a risplendere nel gas acido carbonico, idrogeno ed azoto. Il cloro, l'acido nitrico, l'acido solforico distruggono per sempre la sua fosforescenza. Esposta al fuoco, cessa di risplendere, brucia e diffonde un odore ammoniacale. Gli acidi minerali e vegetali concentrati coagulano la sostanza luminosa, lo che spegne la luce. I primi la disciolgono mediante il calorico. L'acido solforico produce una colorazione in verde turchiniccio. Il lucido della materia luminosa sparisce nell'olio e nelle sostanze grasse, le quali nè a caldo nè a freddo disciolgono questa sostanza. Macaire presume che la luce cessa allora, poichè i corpi grassi impediscono che l'aria pervenga sino alla materia luminosa. Carradori, Brugnatelli, Murray e Todd pretendono aver veduto che la fosforescenza continuava nell'olio. L'etere e l'alcool la fanno immantinente cessare, e la materia luminosa diviene bianca ed opaca. La luce si spegne anche nell'alcool canforato, secondo gli esperimenti di Sheppard. La potassa pura distrugge la fosforescenza, e discioglie completamente la materia, prendendo una tinta gialla. Una dissoluzione di sublimato corrosivo e di sali di rame fa cessare immantinente i fenomeni luminosi, e coagula la materia. Questa non è affatto solubile nell'acqua bollente, e vi acquista una consistenza maggiore.

Secondo tali esperienze, Macaire ammette una materia splendente speciale, la quale componesi principalmente di albumina nello stato semi-trasparente, ch'è fosforescente sotto l'influenza di un calorico moderato e dell'aria atmosferica, ma cessa a diffonder luce da che è stata completamente coagolata.

Relativamente alle circostanze in cui gli animali viventi risplendono, ecco ciò che gli esperimenti su tal proposito hanno insegnato. La fosforescenza comincia ordinariamente alla fine del crepuscolo, le parti lucenti compariscono allora come piccoli punti, i quali a poco a poco crescono. Se si pongono in un luogo oscuro gli animali prima del tramontar del sole, cominciano essi a risplendere lungo tempo prima del crepuscolo. Se vengono esposti alla luce, mentre che essi diffondono dei barlumi, il lume di questi sensibilmente diminuisce, ma non ritarda a ricomparire nella oscurità. La luce, si estingue all'alba del giorno ad eccezione di due punti dell'ultimo anello, i quali continuano a dare una debole luce, come Razumowsky e Macaire l'hanno benissimo osservato. Macartney dice di aver rilevato che gl'insetti non risplendono la sera quando sono stati sottratti durante il giorno all'azione della luce solare. Macaire assicura di aver fatta la medesima osservazione, almeno nel primo giorno dell'esperienza. Todd e Murray al contrario hanno rinvenuto che tutte le specie, ad onta che sieno state tenute durante il giorno in taluni luoghi oscuri, non risplendevano nemmeno alla sera, ed anzi molto più di quello che quando erano esposte alla luce del giorno.

Carradori, Brugnatelli, Macartney, Treviranus ed altri hanno osservato che l'emanazione della luce è sottoposta alla volontà degli animali. Mueller e Murray opinano che la fosforescenza è volontaria, in tal senso solamente possono gli animali ritirare e nascondere gli organi luminosi dietro le parti opache. Treviranus spiega il fenomeno per la facoltà che hanno gl'insetti di accelerare o di rallentare la respirazione, e dalla influenza dell'aria, mediante la quale sostiene che avvenga la intensità della luce. Macaire crede che non puossi negare l'impero della volontà sulla produzione della luce, mentre che

lo strepito, ed un colpo recato all'animale lo determinano qualche volta a cessare di risplendere, e che la luce spariva allora, tranne i due punti dell'ultimo anello. Questo fisico attribuisce la causa del fenomeno alla influenza dei nervi. È costante d'altronde che lo splendore aumenta per l'effetto dei movimenti del corpo.

La fosforescenza degli animali viventi dipende dalla temperatura dell'aria. Nelle circostanze ordinarie, gli animali, giusta le esperienze di Macaire, risplendono ad una temperatura atmosferica superiore a 12 gradi. Se un insetto vivente il quale non risplende tuffasi nell'acqua della temperatura di 13 gradi, la luce comparisce, quando riscaldasi il liquido sino a 25 o 31 gradi, ed aumenta sino a 41: in tal grado l'animale perisce senza che la fosforescenza cessi; ma sparisce a 57 gradi. Se fassi raffreddar l'acqua, la luce si estingue quando il calorico scende al di sotto di 25 gradi. Se mettansi degl'insetti viventi nell'acqua avente la temperatura di 43 a 51 gradi, essi muojono immantinenti, ma diffondono una vivissima luce. A 62 gradi la luce si spegne e non è più possibile ravvivarla. Quando riscaldansi gli animali nell'aria avvengono gli stessi fenomeni: la fosforescenza solamente cessa ad una temperatura un poco più bassa. I raggi solari che si fanno cadere sugl'insetti a traverso di un vetro lenticolare fanno subito apparire la luce. Se espongansi degli animali che risplendono ad un freddo artificiale, il loro splendore a poco a poco diminuisce, e sparisce subito che la temperatura diviene inferiore a 12 gradi. A zero gli animali muojono, ma un calorico di 21 gradi può ancora riprodurre la luce. Questi esperimenti sono analoghi a quelli fatti da Spallanzani e Carradori. Giusta le osservazioni di Hulme, Spallanzani ed Heinrich la fosforescenza cessa nella congelazione dei lampiri, ma ricomparisce didiacciandosi gli animali, ad onta che non riprendano la vita.

La fosforescenza dipende anche dall'aria atmosferica. Macaire pose dei vermi lucenti sotto il recipiente di una buona macchina pneumatica, e rilevò che la luce spariva secondo che sottraeva dell'aria. Allorchè in un tratto faceva rientrar questa ricompariva vivamente la fosforescenza. Egli poteva così spegnere e ravvivare la luce, sottraendo e facendo entrare alternativamente l'aria. Rinchiuse un *lampiro* in un tubo di vetro, e tolse l'aria, lochè non tardò a far perire l'insetto; quando di poi fece riscaldare il tubo sino a 50 gradi, la fosforescenza affatto non ricomparve, e frattanto essa divenne sensibile, quando l'aria potè rientrar nel tubo. Questi esperimenti sono stati soventi volte ripetuti col medesimo risultamento.

I *lampiri* nel gas ossigeno divennero vivissimi, ed allorchè si accrebbe il calorico, diffusero una brillantissima luce, la quale parve più intensa che nell'aria atmosferica. Quando Macaire immergeva dei *lampiri* lucenti in tal gas, la fosforescenza aumentava: ma cessava dopo qualche tempo. Il medesimo fenomeno è stato osservato da Forster, Lichtenberg, Spallanzani, Carradori e Sorg. Al contrario Hulme, Davy, Hermbstaedt, Heinrich e Murray dicono di non aver affatto rilevato che la luce sia divenuta più intensa nel gas. Il gas ossido di azoto produceva quasi lo stesso effetto, giusta Macaire. Gl'insetti perivano di poi nel cloro: ciò non ostante con l'ajuto di un debole calorico manifestavasi una luce rossiccia, invece di essere verde-giallíccia, ma non tardava a sparire. La fosforescenza cessava rapidamente nel gas idrogeno; gli animali perivano, e la loro luce non poteva più essere ravvivata con l'azione del calorico. I gas-acido-carbonico, idrogeno-solforato, idrogeno carbonato ed azoto determinano assolutamente gli stessi effetti, come Hubu, Spallanzani, Razumowsky, Macartney, Hermbstaedt, Grotthuss ed Heinrich se ne sono assicurati. A Davy e Murray hanno osservato che la fosforescenza non si affievoliva nel gas idrogeno. Murray pretende che essa ha persistito anche nel gas acido carbonico. Se tuffansi dei lampiri lucenti nell'acqua, la loro luce sparisce dopo alcuni minuti. Tale effetto sembra che debba essere attribuito al freddo, giusta gli esperimenti di Macaire, poichè si estingue la luce tanto più prontamente, per quanto la temperatura dell'acqua è più bassa, mentre che la fosforescenza dura lungamente nell'acqua riscaldata sino a 31 gradi. Questo fenomeno cessa nell'alcool dopo due minuti, e non lo si può poi ravvivar mercè il calorico. La luce si spegne immantinente negli acidi minerali concentrati, per alcuni minuti solamente in quelli che sono allungati, e non può essere più in appresso ravvivata con nessun mezzo.

Macaire espose dei lampiri non lucenti ad una corrente elettrica, senza che ne risultasse effetto sensibile. Avendo fatta cadere una scintilla della bottiglia di Leyde su alcuni insetti di tal genere, non

si manifestò sviluppamanto alcuno di luce. Un lampiro vivente, e che non risplendeva affatto, essendo stato situato nel circuito galvanico, cominciò a riprendere una debole luce. Questo fisico avendo umettato un insetto con un poco di acqua, e direttovi il fluido galvanico col mezzo di due fili di platino, lo vide risplendere immantinente. Lo sviluppamento di luce durò sino a che l'animale fu esposto all' influenza galvanica, e la sua temperatura aumentò circa di un mezzo grado. Un polo solo non eccitava affatto la fosforescenza. Un lampiro fu decollato, ed un filo conduttore inficcato nel tronco sino agli anelli lucenti, mentre che l'altro venne applicato sul corpo dell'insetto un poco umettato; essendo stata formata la catena, si osservò la più viva fosforescenza. Alcuni lampiri che la scintilla elettrica non aveva potuto far risplendere, divennero luminosi immantinente con l'azione galvanica. Questo ultimo agente non eccita affatto la fosforescenza nel vuoto, ma la fa comparire subito che l'aria può penetrare. Tutti gli eccitanti meccanici e chimici che cagionano dolori ai lampiri, eccitano la luce, giusta gli esperimenti di Todd. Secondo questo fisico, diversi veleni, una soluzione alcoolica di iodio, la tintura di elleboro nero, quella della noce vomica, il cianuro di mercurio e di ammoniaca uccidono i lampiri, e frattanto la fosforescenza di questi animali perdura anche qualche tempo dopo la morte. Quando si separò la testa dal tronco di un insetto vivente, o che si tagliarono gli anelli luminosi, la luce si estinse dopo cinque minuti; il corpo e gli anelli si misero dopo qualche tempo ad eseguire dei movimenti, e la fosforescenza ricomparve allora, sebbene debolmente, ma divenne più viva sotto l'influenza del calorico.

I naturalisti sono di diversa opinione sulla cagione della fosforescenza dei lampiri. Beccaria e Monti la paragonavano a quella dei minerali che risplendono dopo di essere stati esposti al sole. Carradori e Brugnatelli opinavano che la luce, combinata con le sostanze organiche, venga introdotta negl'insetti con i loro alimenti, e che essa si sviluppi sotto forma visibile a noi in conseguenza di una operazione vitale da parte loro. Spallanzani e Grotthuss risguardavano il fenomeno qual effetto di una combustione, che viene sostenuta dalla influenza del gas ossigeno dell'aria atmosferica. Davy, Heinrich, Treviranus l'attribuiscono ad una materia contenente fosforo, la quale si separa dagli umori dell'animale durante la vita, combinasi col gas ossigeno dell'aria atmosferica introdotta dalla respirazione, e diviene bruciando luminosa come il fosforo. Tale opinione si stabilisce sulla presenza dell'acido fosforico negli umori animali, dalla grande analogia che esiste tra la luce del fosforo bruciante con lentezza e la luce animale, infine da che la fosforescenza degl'insetti avviene nelle medesime circostanze di quella del fosforo, da che il calorico ed il gas ossigeno la rendono più viva, mentre che il freddo ed i gas irrespirabili l'estinguono. Macartney e Todd considerano il fenomeno in quistione come una operazione immediata della vita, come un'azione vitale, come un effetto o una manifestazione della forza vitale. Essi opinano che le influenze esterne, il calorico, l'aria atmosferica, il gas ossigeno ed altri eccitanti non sieno capaci di produrre la fosforescenza, che per quanto esaltano la vitalità degli animali, specialmente la sensibilità dell'organo luminoso, e per quanto potrebbero diminuirla o farla cessare, diminuendo o annientando l'attività vitale. Questa ipotesi non è ammissibile, poichè le parti luminose e la materia che diffonde la luce continuano a risplendere anche dopo di essere divise dal corpo dell'animale, e dopo lo spegnimento delle manifestazioni della vita, quando esse sono situate nelle condizioni che sono di sopra indicate, come Macaire e Murray con le esperienze moltiplicate l'hanno messo fuor di dubbio. Riflettendo bene a tutte le circostanze, la fosforescenza sembra dipendere da una materia, la quale è prodotta dai cambiamenti di composizione che vanno uniti con la vita, ed a quanto sembra, segregata dalla massa degli umori per mezzo di organi particolari. Questo liquido contiene probabilmente del fosforo, o una sostanza combustibile analoga la quale combinasi con l'ossigeno dell'aria o dell' acqua ad una media temperatura, e produce in tal guisa lo sviluppamento di luce. La preparazione e la secrezione di questa sostanza sono degli atti della vita, i quali mutano, aumentano o scemano per l'influenza di stimoli esterni, la cui azione sugli animali modifica le loro manifestazioni vitali. Ma la fosforescenza medesima dipende dalla composizione della materia segregata, e non può essere risguardata come un atto vitale, poichè, in alcune occasioni, essa persiste dei giorni intieri, anche dopo la morte dell'

animale. Tutto ciò che può dirsi sulla idea della luce per l'economia degl'insetti lucenti, si è che probabilmente la preparazione e la secrezione della materia luminosa sono d'importanza per la conservazione della vita di tali animali. Noi non contrasteremo nemmeno che questa luce permetta ai sessi di ritrovarsi più facilmente all'epoca della copula; pure si osserva che i maschi sono attirati dagli oggetti che brillano. Forse serve ben anche a garantirli dalle aggressioni di alcuni nemici.

La fosforescenza è un fenomeno raro negli animali aërei delle classi superiori. Strum, Grnendler, ed altri hanno vedute le nova di lucertola grigia diffondere luce. Sembra anche, giusta le osservazioni di Rolander, che una specie di rospo, o di ranocchia che vide a Surinam sia luminosa. È fosforescente l'orina in alcuni mammiferi, secondo ciò che Azara e Langsdorf asseriscono delle *viverra mephitis* e *putorius*, secondo da altri dicesi. Lo stesso avviene qualche volta all'urina ed al sudore dell'uomo in talune circostanze che in appresso farò conoscere.

Alcuni naturalisti, F.-A.-A.-Meyer, Pallas, Heinrich e G. R. Treviranus hanno annoverato qui lo scintillamento degli occhi di molti mammiferi, dei gatti, dei cani, dei lupi, delle volpi, delle martore e di altri carnivori, come ancora delle pecore, delle vacche e dei cavalli. Opinava Pallas che la luce di questi animali emanava dalla membrana nervosa dell'occhio, e la risguardava come un fenomeno elettrico. B. Prevost ha osservato lo scintillamento degli occhi non solamente nei gatti e nei cani, ma ben anche nella pecora, nella vacca e nel cavallo, in generale negli animali il cui occhio contiene ciò che chiamasi *tapis*. L'ha osservato ancora negli occhi di diversi ofidj, e di alcuni insetti, particolarmente dello sfinge testa di morte. Questo fenomeno non avveniva nella oscurità completa, e non era prodotto nè volontariamente nè in conseguenza di morali emozioni: ma proveniva unicamente dalla riflessione della luce ch'era caduta nell'occhio. Gruithuisen ha rilevato egualmente nelle sue esperienze, che non emana nessuna luce dagli occhi nei siti totalmente oscuri: e che questa emanazione accade quando la luce, dopo di esser giunta all'occhio, sebbene ad un debole grado, trovasi riflessa. Egli ha rinvenuto inoltre che gli occhi dei gatti sì viventi come morti scintillavano. Ho io stesso osservato tal fenomeno su di una testa di gatto, la quale, da venti ore era divisa dal tronco; e non disparve che quando gli umori dell'occhio divennero torbidi. Recentissimamente Esserre ha eseguite delle esperienze sullo scintillamento degli occhi, le quali lo hanno condotto agli stessi risultamenti. Gli occhi di gatti, di cani, di conigli, di pecore e di cavalli non risplendono nei siti completamente oscuri. La riflessione della luce avveniva sugli occhi morti, dopo portata via la cornea, l'iride ed il cristallino. Il fenomeno non può dunque affatto annoverarsi tra gli effetti fosforici.

CAPITOLO III.

Dei fenomeni elettrici dei corpi viventi.

Per facilitare l'intelligenza di ciò che deve seguire, esporrò brevemente da principio le proposizioni fondamentali relative alla elettricità, e farò conoscere in poche parole le circostanze nelle quali i corpi in generale ci offrono fenomeni elettrici.

Conoscesi che per la parola elettricità i fisici intendono la proprietà che hanno i corpi, in alcune circostanze, di attirare o di respingere alcuni corpi leggieri di differenti specie, i quali ritrovansi vicino ad essi. L'ordinario mezzo che si adopera per porre un corpo nello stato elettrico si è lo stropicciamento. Se strofinasi un tubo di vetro con della lana, attira da una certa distanza delle striscioline di carta, dei peli, piccole piume, delle sottili foglie di metallo, delle pallette di sambuco attaccate ad un filo, e le respinge dopo qualche tempo. Se aumentasi lo strofinamento emanansi dal corpo che lo soffre delle scintille brillanti, accompagnate da uno scoppio e da un odore particolare. Allorchè queste scintille ci toccano la pelle, esse cagionano un senso di pizzicore. Oltre il vetro, lo zolfo, il succino, la porcellana, e tra le sostanze organiche, la resina, la ceralacca, la carta, la seta, la lana ed i peli, manifestano simili fenomeni. Tutti i corpi che divengono elettrici per lo stropicciamento chiamansi idioelettrici; quelli, al contrario, in cui tale operazione non fa affatto nascere fenomeni elettrici sensibili, come i metalli ed i liquidi, sono detti anaelettrici.

Per spiegare questi fenomeni, ammettono i fisici che dai corpi che sono divenuti elettrici, emana una materia sottile, imponderabile e di natura particolare, detta fluido elettrico, e che tale materia comunicasi ad altri corpi. Dopo la scoperta di Grey, la materia elettrica non si propaga che a traverso alcuni corpi, con grandis-

sima rapidità, sebbene variabile. I corpi relativamente alla facilità di propagare la elettricità sono divisi in conduttori e non conduttori. Quelli che ricevono la materia elettrica e la lasciano sfuggire, quando sono vicino a corpi che sono stati strofinati, o in comunicazione con simili corpi, sono chiamati conduttori: quelli, ai contrario, che la ritengono, sono detti non conduttori o isolanti. Tutti i corpi analettrici, i metalli allo stato di regolo, il carbone ed il grafite sono buoni conduttori del fluido elettrico. L'aria rarefatta, i vapori, l'acqua, gli acidi allungati con l'acqua, gli alcali, le dissoluzioni saline, e le sostanze organiche umide sono conduttori imperfetti o dei semi conduttori. I corpi idioelettrici, come tra gl'inorganici il vetro, le pietre preziose, il diamante, il fosforo, lo zolfo, il selenio, lo iodio, il *jayet,* molti altri ossidi metallici, l'aria ordinaria ed i gas, e tra gli organici, tutte le resine, gli olj grassi, il sevo, la cera, la canfora, la fibra vegetale secca, la tela, la seta, i peli, la lana, le penne, il cuojo sono non conduttori o isolanti. Ciò non ostante non puossi affatto stabilire linea di limite, rigorosamente designata, tra i conduttori ed i non conduttori, atteso che alcune sostanze ora sono conduttrici ed ora nol sono, secondo il loro grado di riscaldamento, di aumento, di aggregamento ec. Del resto, la materia elettrica accumulasi in quantità diversa nei corpi, quando essi sono conduttori o isolanti, e giammai, quando essi ne sono carichi, non rinviensi aumentato il loro peso, anche con le più sensibili bilance.

Secondo le osservazioni di Dufay, che è stato il primo ad accorgersene, la elettricità manifesta, secondo la diversità dei corpi nei quali viene eccitata, due differenze sorprendenti, che si sono indicate col nome di elettricità vitrea, e di elettricità resinosa. La prima è messa in giuoco per lo strofinamento del vetro, del cristallo di rocca, del diamante e dei peli; l' altra, per lo contrario, vien prodotta per quello delle resine, del succino, della seta, e della carta. La esistenza dei due stati elettrici opposti l'uno all'altro, è stata confermata dalle indagini di Boulanger, Wilke, Symmer, Wilson, Cigna, Aldini, Richter ed altri. Quando si strofinano due corpi l'uno contro l'altro, amendue, cioè lo strofinante ed il corpo che riceve lo strofinamento, divengono elettrici, ma di un modo opposto, l'uno prendendo la elettricità vitrea, e la resinosa l'altro. I corpi dotati della medesima elettricità si respingono scambievolmente, mentre quelli che sono animati da una diversa elettricità si attraggono reciprocamente. Il contatto ripetuto di due corpi provveduti di elettricità contrarie fa si che queste si neutralizzano, si distruggano l'un l'altro, e dalla loro riunione, nasce lo stato di riposo o d'indifferenza elettrica. L'opposizione che regna nei fenomeni elettrici è stata da Lichtenberg nominata elettricita in più ed in meno. Chiamasi anche la elettricita vitrea, positiva, e la resinosa, negativa. La differenza ch'esiste tra le due elettricità si dà ben anche a conoscere per quella dei fenomeni luminosi, ai quali dà luogo nella oscurità, per la produzione di forme diverse nella polvere di resine, per gli effetti chimici ch'esse determinano, e per la diversa influenza che esercitano sui sensi dell'uomo vivente.

Altre circostanze ancora, oltre lo strofinamento, possono eccitare la elettricità in riposo la quale è inerente al corpo, e decomporla in elettricità positiva e negativa. È cosa difficile in natura una operazione, durante la quale due corpi o materie eterogenee entrino in azione scambievole, senza che l'equilibrio elettrico sia più o meno disordinato; lo che porta seco la manifestazione dei fenomeni elettrici. Il disordine dell'equilibrio elettrico si manifesta secondo la diversità di condizione in cui ha luogo l'atto, sia per collocare le elettricità in uno stato di tensione, sia pel loro flusso in una continua corrente, per mezzo della quale esse di nuovo si neutralizzano, lo che può valutarsi per mezzo di elettrometri e di galvanometri sensibili. Indichiamo le principali condizioni nelle quali l'equilibrio delle due elettricità contrarie vien rotto.

1. Molti corpi, specialmente lo spato calcare, il topazio, la mica, il cristallo di rocca, lo spato d'Islanda, la tormalina ec. secondo gli esperimenti di Coulomb, Dessaignes, Haüy, Becquerel ed altri, divengono elettrici per la semplice compressione, quando si comprimono tra le dita con le loro facce parallele. Se comprimesi un disco di sughero, di succino, di rame, di zinco, di argento ec. contro la gomma elastica, esso si elettrizza positivamente, mentre che questi corpi prendono la elettricità negativa.

Al contrario, il sughero acquista questa ultima elettricità, quando vien poggiato su di sostanze animali secche, o su del gesso, dello spato pesante, dello spato fluore, i quali allora manifestano la elettricità positiva.

2. Alcuni corpi presentano dei fenomeni elettrici, quando il loro stato di aggregamento viene a mutarsi. Quando l'acqua si riduce a vapore nei vasi, questi prendono la elettricità negativa. Grotthuss ha rinvenuto nei suoi esperimenti che l'acqua, la quale si congela rapidamente, acquista la elettricità positiva, e che quella che svapora prontamente ad un'alta temperatura prende la negativa. Forse il fenomeno di luce che si è osservato nella cristallizzazione di varj sali è parimenti elettrico; almeno l'elettricità si manifesta immediatamente per l'elettrometro dopo che si è effettuata la cristallizzazione. Grotthuss non ha osservato niente di costante relativamente alla natura della elettricità. Il fenomeno di luce che Buechner ha osservato durante la sublimazione dell'acido benzoico è probabilmente anche un effetto elettrico, il quale dipende dal cambiamento dello stato di aggregamento.

3. Parecchi cristalli manifestano, quando si riscaldano, delle contrarie elettricità agli estremi opposti dei loro assi: lo che succede, giusta gli esperimenti di Aepinus, Canton, Brand, Havy e Brewster, alla tormalina, al topazio, all'*assinite*, al borace, al mesotipo, al diamante, allo spato pesante, allo spato calcare, alla celestina, alla stronziana, al solfato di magnesia, all'ametista, al granato, al solfato di ferro ec.

4. Se mettonsi in contatto due fili di un medesimo metallo, di cui l'uno sia più riscaldato dell'altro, il filo più caldo acquista la elettricità negativa, ed il più freddo la positiva, giusta le osservazioni di Dessaignes, Seebeck e Becquerel.

5. Quando i corpi solidi e liquidi eterogenei entrano in contatto immediato, scambievolmente eccitano in essi le opposte elettricità, di cui la tensione è tanto più forte per quanto le materie sono più eterogenee. Il fenomeno in nessun luogo è più sensibile quanto nel contatto dei metalli diversi, e su di esso poggia la elettricità per contatto o galvanica.

6. Da ultimo, uno sviluppamento di elettricità ha luogo anche nei cambiamenti chimici delle materie ponderabili, giusta le esperienze di Lavoisier, Laplace, Becquerel, Pouillet ed altri.

Esaminiamo frattanto quali sono i corpi viventi che manifestano dei fenomeni elettrici, e quali sono le circostanze e condizioni nelle quali questi fenomeni avvengono. Si sa che i gatti, le volpi, le martore, i conigli, ed altri animali forniti di pelle, slanciano delle scintille elettriche, accompagnate da un rumore di scoppio quando loro si strofina il pelo. La caluggine degli uccelli è assai elettrica ancora, secondo le osservazioni di J. F. Hartmann e di J. Mayer. Questi fenomeni non possono essere affatto considerati come dipendenti dalla vita; poichè i peli e le penne si mostrano del pari elettriche dopo la morte, allorchè vengono riscaldate o strofinate.

Indipendentemente da tal circostanza, si può presumere che tutti i corpi viventi sviluppano elettricità, anche ad un debole grado, poichè si rinvengono in essi tutte le condizioni, che nei corpi inorganici sono accompagnate dai fenomeni elettrici. In tal luogo si annoverano l'evaporazione dei liquidi, il mutamento di stato, di aggregamento, ed i cambiamenti di composizione che avvengono negli atti dell'assimilazione, della respirazione, della nutrizione e della secrezione, di cui fanno parte essenziale. I vegetabili e gli animali, all'epoca del loro pieno vigore, continuamente introducano delle sostanze eterogenee; queste sostanze sono assimilate per l'esalazione di alcuni materiali nei mezzi circostanti e per l'assorbimento di parti constituenti l'atmosfera; il succo nutritivo si combina con le parti solide, e, negli animali, queste ritornano ad essere fluide. D'altronde, in tutti questi atti entrano in mutuo contatto delle parti eterogenee fluide e solide, e reagiscono le une sulle altre. Alcune materie omogenee sono convertite in eterogenee, ed alcune materie eterogenee lo sono in omogenee. Dall'analogia dei fenomeni che i corpi inorganici manifestano in simili circostanze, dobbiamo presumere che nei corpi viventi, in tutte queste operazioni, v'ha ora manifestazione, ora saturazione di elettricità contrarie. Diversi esperimenti fatti sugli animali viventi, e di cui riferiremo i risultamenti, esistono in favore di tal congettura. Si è poco esperimentato sino ad oggi sui vegetabili per esaminare il loro stato elettrico. Nondimeno Pouillet pretende aver osservato uno sviluppamento di elettricità durante il germogliare delle piante. Egli pose in una stanza ove l'aria mantenevasi sufficientemente secca mediante la calce viva e sopra un poggio isolato più vasi ripieni di terra, ove seminò diverse semenze. Il poggio fu messo in comunicazione con un condensatore. Durante il germogliamento non si appalesò alcun segno di elettricità; ma appena i semi germogliarono si videro chiaramente alcuni segni di elettricità, e quando le piante giovani furono completamente cre-

scinte, diedero al condensatore un urto che separò le due foglie di oro un mezzo pollice l'una dall'altra. Oltracciò Pouillet suppone che le piante sviluppino elettricità allorchè esalano gas acido carbonico, poichè questo gas dà segni di elettricità al momento che si sviluppa. L'azione dei vegetabili sull'aria sembragli essere una delle principali sorgenti dell'elettricità atmosferica.

L'elettricità per contatto o galvanica manifestasi nelle parti animali viventi allorchè nervi e muscoli messi allo scoperto si toccano insieme, e si appalesa in tal caso, producendo contrazioni o convellimenti nei muscoli. Detto fenomeno è stato osservato per la prima volta da Galvani. Tagliata la testa ad un ranocchio vivo, distaccate le zampe anteriori e tolta subito la pelle, separò la colonna vertebrale lasciando soltanto i nervi lombali che faceano comunicare la midolla spinale colle membra posteriori; poi con una mano prese l'animale per una coscia, prese la colonna vertebrale con l'altra, piegò la prima sulla seconda fino al segno che i muscoli crurali toccassero i nervi lombali. Appena messi a contatto i muscoli, si videro vivamente convellere. La esperienza gli riescì parimente dopo aver isolato il ranocchio sopra un tondino di vetro. La stessa è stata ripetuta con pari risultamento da Volta, Valli, Aldini, Pfaff, Humboldt, Fowler, Richter ed altri.

Aldini dice di aver osservato dei convellimenti nei muscoli per effetto del contatto scambievole di questi organi e dei nervi, non solo nel ranocchio stesso, ma anche in due altri diversi. Egli soggiugne di averli osservati ancora allorchè poneva i nervi di un ranocchio in relazione colla carne muscolare della nuca di un bue di recente ammazzato. Humboldt ha fatto numerose esperienze di tal genere sui ranocchi. Egli ha osservato sopravvenire convulsioni quando situava sopra piastre di vetro secco una estremità posteriore, ove i nervi crurali erano stati messi allo scoperto, e che egli toccava i nervi ed i muscoli con un pezzo di carne muscolare fresco isolato all'estremità di un bastone di ceralacca.

Similmente ebbero luogo convellimenti allorchè invece di un pezzo di carne per formare la catena adoperò tre pezzi diversi, dei quali uno toccava i nervi, l'altro la coscia, ed il terzo i due altri. Esperienze simiglianti ed analoghe fatte da Pfaff, Richter ed altri hanno dato gli stessi risultamenti. Intanto le stesse non riuscirono che quando i ranocchi erano in stato di perfetta attività vitale, massime in primavera dopo la copula, quando si opera sopra animali che non sieno assai piccioli, e che eseguiscasi la preparazione con celerità.

Siffatte esperienze provano abbastanza che le parti animali possono formare catene galvaniche e produrre un effetto galvanico, senza che vi sia meccanica eccitazione che dia luogo alle contrazioni muscolari. Ecco le leggi cui esse sono sottoposte relativamente alle manifestazioni delle convulsioni, ed alla loro forza, non che alla loro durata.

1. Fa d'uopo che i nervi dei muscoli nei quali si voglia eccitare contrazioni facciano parte della catena.

2. Bisogna che il nervo o il pezzo di nervo che deve far parte della catena sia isolato, per quanto è possibile, e che nessun altro conduttore producesse derivazione in questa porzione della catena, affinchè la corrente elettrica quando si sviluppa in questa sia obbligata a farsi strada attraverso i nervi.

3. Poste tutte le circostanze eguali, le convulsioni sono tanto più vive ed hanno più grande estensione per quanto la porzione nervosa che serve di conduttore entra nella catena.

4. Le convulsioni sono tanto più forti e durevoli, per quanto la catena si trova formata più prontamente, e la superficie colla quale le parti che la costituiscono entrano a contatto offra estensione maggiore.

Sebbene, secondo le precedenti ricerche, la forza che hanno le parti animali disposte in catena, di eccitare contrazioni nei muscoli, mediante i nervi, non possa mettersi in dubbio, pure i fisici sono stati di diversa opinione intorno all'agente che spiega la sua efficacia in simile circostanza.

Galvani risguardava le contrazioni che egli osservò nei muscoli dei ranocchi di recente uccisi, i cui nervi messi allo scoperto erano stati al contatto con essi nel modo indicato, come effetti di una forza elettrica particolare appartenente agli animali vivi, e che egli chiamava elettricità animale. Secondo le sue vedute, questa forza producesi nel sistema nervoso, massime nel cervello e nei nervi che si distribuiscono in tutto il corpo.

Carminati, Carradori, Valli ed Aldini sostennero con calore questa opinione. Humboldt, Fowler ed altri considerarono anche i fenomeni in disamina come il risultamento di speciale agente dipendente dalle forze degli animali vivi.

Volta fu il primo che osservò le relazioni di questi fenomeni coll'elettricità generale, e che non riconobbe una forza speciale nell'elettricità animale. Egli risguardava le convulsioni che hanno luogo nei muscoli viventi come effetto dell'influenza dell'elettricità sui nervi, influenza eccitata dal contatto scambievole di parti animali eterogenee disposte in modo da formare una catena. Egli si confermò in questa opinione dai fenomeni elettrici che vide prodursi allora dal contatto di diversi metalli gli uni cogli altri e con corpi umidi, e che determinano assolutamente gli stessi effetti sui nervi e muscoli vivi. Le preziose ricerche di Pfaff hanno dimostrata ancora l'identità dell'elettricismo eccitato dalle catene di parti animali con quella prodotta dal contatto di corpi inorganici eterogenei. Le catene composte di parti animali si comportano sotto l'aspetto delle loro condizioni e delle leggi per la manifestazione ed intensità delle convulsioni nei muscoli vivi perfettamente nella stessa maniera di quelle che son formate di corpi inorganici eterogenei, e nelle quali, secondo la natura dei loro elementi costitutivi, l'eccitazione dell'elettricità per contatto o galvanica non dovrebbe esser messa in dubbio. Un simile accordo tra gli effetti obbliga dunque ad ammettere che le catene animali sono veramente galvaniche, e che la loro azione quando si giunge a 6 clore è parimente galvanica, cioè che allora l'elettricità per contatto trovasi eccitata e messa in giuoco. Queste catene animali spiegano del pari la loro attività quando vi s'introduce un corpo inorganico, un metallo, come eccitatore del galvanismo. Le convulsioni sono ancora più forti nei muscoli quando si guarniscono questi ed i nervi di foglie o di dischi metallici, cioè di ciò che dicesi armatura, e quando facciansi comunicare insieme i metalli mediante un filo metallico, un arco galvanico, o un eccitatore, come è provato da alcune esperienze di Volta, Humboldt, Richter, Pfaff, Rossi, Nysten ed altri.

L'eccitazioni elettriche per contatto o galvaniche in alcune catene di parti animali, non debbono dunque esser considerate come un atto vitale, e non vi sono che i loro effetti, le contrazioni che esse producono nei muscoli e che dipendono dalle condizioni vitali dei medesimi ed i nervi. Frattanto è da presumersi che l'elettricità eccitata nelle catene di parti animali eterogenee può essere modificata ed accresciuta dalle forze organiche. Oltracciò negli animali vi sono organi talmente disposti che l'elettricità si trova eccitata conseguenza della loro azione vitale: c costanza in cui sono soprattutto i pe elettrici.

Vassalli-Eandi e Bellingeri hanno fat esperienze intorno alle proprietà elettric dei liquidi animali, del sangue, dell'ori e della bile. Il primo credea aver rinv nuto che il sangue in generale possie elettricità positiva e che non diviene n gativa se non nelle leggiere infiammazi ni. Bellingeri recentissimamente ha fat molte esperienze dirette a provare lo sta elettrico di questi liquidi. A tal uopo eg si è servito di una coscia di ranocch armata di metalli eterogenei con un s metodo nuovo. Le riflessioni seguenti s no necessarie perchè si possono compre dere queste esperienze e le conchiusio che se ne deducono. Tutti i corpi tan semplici che composti trovansi in cert stato elettrico tale, che in verità in es non si osserva elettricità libera o tensior elettrica, ma quando se ne riuniscono di insieme, si manifesta una eccitazione ele trica, più o meno notevole, che in gen rale appartiene all'elettricità per contatt o voltaica, e che è tanto più forte pe quanto i due corpi sono in maggior d stanza l'uno dell'altro nella serie tracciat dietro il modo con cui si comportan sotto l'aspetto elettrico. Bellingeri pog giandosi sulle sue esperienze dispose com segue i metalli della serie elettrica: zinco piombo, mercurio, antimonio, ferro, rame bismuto, oro, platino. In seguito eg paragonò la maniera colla quale i liquid animali si comportano quanto all'elettric tà con quella di questi diversi metalli, e sperienze per le quali egli adoperò cose di ranocchi preparati a guisa di elettro metro. Egli dice aver trovato ancora ch l'elettricità del sangue della vena giugula re di vacche, di buoi, di agnelli, di gall d'India, di anitre, nello stato sano riman la stessa in quasi tutte le circostanze. Nel la serie elettrica dei corpi, questo sangue superò quasi sempre quella del ferro: an che quando esso si era coagulato e che e rasi separato in fibrina e siero. L'elettri cità del sangue di animali di età avanza ta mostrossi un poco più debole di quell del ferro. Quella del sangue arterioso non è stata trovata del pari costante. Negli a gnelli, negli arieti, nei cavalli e negli uc celli, essa era per lo più meno forte d quella del sangue venoso: talvolta facevasi eguale, ma non mai maggiore. Il sangue arterioso conserva ancora lo stesso grado di elettricità per lungo tempo dopo che e

uscito dai vasi. Lo stato elettrico dell'orina delle vacche, dei buoi, dei montoni, degli arieti è molto vario. Esso non fu mai eguale a quello del sangue, per lo più era o più forte o più debole di quest'ultima, Bellingeri ha parimente rinvenuto che l' elettricità della bile era variabilissima, che non si accordava con quella del sangue e dell'orina, e che era talvolta più forte e talvolta più debole di quelli di questi liquidi.

I fenomeni elettrici più distinti e notevoli osservansi in molte specie di pesci che per tal riguardo diconsi *tremoli* o *elettrici*. Questi animali comunicano agli uomini ed agli altri animali scosse analoghe a quelle che dà la bottiglia di Leyden o una pila di Volta. Alcuni vivono nel mare ed altri nei fiumi. Essi appartengono a diversi ordini, famiglie e generi.

Tra i pesci cartilaginei i seguenti appartengono a questi.

1. Le torpedini, massime la *torpedo vulgaris e marmorata,* dei mari del mezzo giorno di Europa e di diversi altri mari tropicali Quelle sulle quali Kaempfer, Todd ed Humboldt hanno fatto esperienze, il primo nel golfo persico, il secondo nel Capo, ed il terzo a Cumana, sono probabilmente esperienze particolari, differenti da quelle di Europa. Gli antichi parlarono delle proprietà di questi pesci di dare scosse. Le prime esatte osservazioni a tal uopo sono quelle di Redi, Kaempfer, Réaumur, Walsh, J. Pringle, Ingenhouss, Cavendish, Spallanzani, Galvani ed Aldini, Humboldt, e Gay Lussac, Volta e Configliacchi e Todd hanno poscia fatte numerose ricerche sulle proprietà delle quali son dotati.

2. Il *rhinobatus electricus* dei mari del Brasile, di cui Maregraf ha parlato la prima volta sotto il nome di *puraque*.

I pesci ossei offrono ancora molte specie elettriche.

1. L'anguilla elettrica *(gymnotus electricus, S' tremulus)* dei fiumi dell'America Meridionale; Humboldt ha rinvenuto questo pesce nel Colorado, nel Guarapico, nell'Orenoco e nel fiume delle Amazzoni. Esso abbonda soprattutto nelle acque stagnanti dei dintorni di Colabozo. Richter la prima volta ha fatto menzione della proprietà di cui esso è dotato, di dare scosse. Barkel, Lacondamine, Bajon, Fermin ed altri ne hanno ancora parlato. Sullo stesso sono state fatte esperienze da Ingram, S' Gravesande, Gronov, Vanderlott, Schilling, Williamson, Garden, Walsh, Leroy, Ingenhouss, Bryant, Collins Flagg, Fahlberg, Guisan ed Humboldt.

2. Il siluro elettrico *(malacopterurus electricus)* del Nilo, del Senegal, di Congo, ed altri fiumi di Africa. Adanson fu il primo ad osservare i suoi fenomeni elettrici: Forskael e Broussonnet ne hanno data più esatta descrizione.

3. Il trichiuro elettrico *(trichiurus electricus)* dei mari dell'India, di cui Willughby e Nieuhof hanno fatto parola.

4. Il *tetrodon electricus* che Paterson ha scoperto in mezzo ai massi di corallo nell'isola di S. Giovanni nel mare delle Indie.

È cosa probabilissima che molti altri pesci dei mari tropicali sieno parimente elettrici.

I pesci elettrici quanto all'esteriore non hanno di comune che la pelle nuda priva di scaglie, e provveduta di numerose glandole muripere, che separano copioso muceo. Tutti si distinguono per organi particolari di svariata struttura, ricchissima di nervi, e per lo più in relazione con i comuni tegumenti che chiamansi elettrici o elettromotori a cagione della loro somiglianza con una pila di Volta. Indichiamo la struttura di questi organi nelle diverse specie.

Quelli delle torpedini che Redi, Lorenzini, Oliger, Jacobaeus, Réaumur, J. Hunter, Girardi e Geoffroy hanno esaminato, sono doppi. Si trovano nei due lati della testa, tra il cranio, le branche e le grandi cartilagini semicircolari delle natatorie pettorali in forma di masse piatte e subrotonde, la cui pelle copre la faccia superiore ed inferiore. Dopo aver tolto i comuni tegumenti, s'incontra una membrana reticolata formata di fibre tendinose. Ciascun organo è composto di un grandissimo numero di colonne membranose perpendicolari, per lo più irregolarmente esagone, pentagone o tetragone che uniscono insieme il tessuto cellulare, i vasi sanguigni e i nervi. La grandezza ed il numero di queste colonne variano a seconda della statura e dell'età del pesce. J. Hunter ne ha contate 470 in una piccola torpedine, e 1182 in una assai grossa.

Le loro pareti son formate da una membrana tendinosa sottile. Ciascuna colonna è separata da minuti scompartimenti o placche membranose orizzontali, il cui numero è variabile a seconda dell'età da 150 a 200, e le une sostengono le altre per mezzo delle fibre. Tra queste placche si rinviene un piccolo spazio ripieno di un liquido gelatinoso o albuminoso. Nella loro spessezza si distribuiscono arterie e vene che formano reticelle minute all'estremo. Ol-

traccia gli organi elettrici ricevono nervi grossissimi, branche del pajo vago ch'è voluminosissimo e nasce da rigonfiamenti particolari della midolla allungata. Questi nervi passano tra le branche cui essi mandano dei filetti, ramificandosi poscia negli organi elettrici. Ciascun ramo penetrante in una colonna vi produce dei filamenti che si disperdono negli scompartimenti. Le colonne ricevono ancora dei filamenti dalla terza branca del quinto pajo che cammina lungo il bordo esterno dell'organo elettrico.

Gli organi elettrici dell'anguilla del Surinam la cui struttura è stata studiata da J. Hunter, Geoffroy, Humboldt, e recentissimamente da Knoz, sono molto più grossi di quelli delle torpedini, e formano la maggior parte della lunghissima coda del pesce. Ve ne sono due per ciascun lato, che sono separati l'uno dall'altro da un lungo legamento e da muscoli superiori della colonna vertebrale. Un organo più voluminoso si rinviene immediatamente al di sotto della pelle, lungo i muscoli superiori del dorso, e si estende fino a due terzi posteriori della coda, alla cui estremità finisce in punta. Un organo più piccolo situato più profondamente è separato da questo da una membrana tendinosa spessa, da uno strato di grasso e di muscoli. Tutti e due sono composti di membrana tendinosa in forma di placche, alcune delle quali sono soprapposte, mentre altre sono perpendicolari alle prime colle quali s'incrocicchiano. Queste placche formano grandissimo numero di cellette che sono ripiene di un liquido. I nervi della midolla spinale inviano agli organi elettrici numerosi rami che addiventano filetti delicatissimi nelle pareti delle cellule. Egli è falso che questi ricevono ramificazioni del gran simpatico.

Nel siluro elettrico gli organi elettrici son situati sotto i comuni integumenti giusta quel che dice Geoffroy e le ricerche più esatte di Rudolphi. Dopo aver incisa e rovesciata la pelle da ciascun lato del pesce si osserva una membrana particolare composta di picciole cellule romboidali, la quale si estende dalla testa fin dietro le natatorie ventrali. Le cellule contengono un liquido albuminoso. Alla sua interna superficie questa membrana è provveduta di fibre tendinose di un bianco argentino che s'intersecano in diversi sensi. Una grossa branca del pajo vago la percorre sulla linea mediana, ed in tutte le direzioni manda dei rami i quali, dopo aver attraversata la membrana, si dividono all'infinito nella massa cellulosa esterna. I nervi sono accompagnati da una arteria considerevole che si divide in molte branche. La vena proveniente da questa membrana comunica colla vena cava presso il cuore. I muscoli sono bensì rivestiti da altra membrana di tessuto cellulare fioccoso, nella quale penetrano dei filetti dei nervi spinali.

Gli organi elettrici degli altri pesci non sono stati ancora esaminati.

Dall'esposto risulta che gli organi elettrici hanno ciò di comune, che sono composti di membrane tendinee sotto forma di placche disseminate di vasi sanguigni, provvedute di molti nervi e che lasciano tra loro spazj cellulosi ripieni di un liquido gelatinoso o albuminoso. Questa struttura stabilisce certa analogia tra questi e la disposizione di una pila voltiana.

Le torpedini a le anguille elettriche sono i soli pesci sulla cui facoltà elettrica si sono fatte esperienze delle quali Pfaff ultimamente ha dato sunto. Eccoci ad indicarne i principali risultamenti.

Quanto alle sensazioni prodotte dal contatto di pesci elettrici vivi, Redi prima che gli effetti dell'elettricità fossero conosciuti, gli avea già descritti dopo avergli osservati nelle torpedini, in modo che stabilisce la loro analogia con questi ultimi. Rèaumur toccando animali di questa specie intese una stupefazione che tosto estendevasi da tutta la lunghezza del braccio fino alla spalla, spesso ancora fino alla testa, ed era accompagnata da un forte sordo dolore. Adanson, S'Gravesande, Walsh ed altri paragonano questa sensazione alla scossa prodotta da una bottiglia di Leyden. Gay-Lussac ed Humboldt parlando della stessa soggiungono soltanto che questa è più penetrante e dolorosa. Dopo, Humboldt e Configliachi hanno trovato maggior rapporto con quella che fa nascere il contatto dei due poli di una pila voltaica. Gli effetti dell'anguilla elettrica che ha organi elettromotori più grossi sono più forti di quelli delle torpedini, e rassomigliano secondo le osservazioni di Williamson, Flagg, Fahlberg ed altri ai movimenti cagionati da una batteria elettrica. Beyant intese la scossa non solamente nelle mani e nelle braccia, ma bensì in tutto il corpo. Humboldt ha veduto cadere nell'acqua istupiditi alcuni cavalli, otto la cui pancia alcune anguille del Surinam aveano fatta la loro scarica. L'intensità della commozione è varia in ragione del modo di contatto. Se si tocca con un dito soltanto la pelle di una torpedine

nel sito ove esistono gli organi elettrici, il colpo è debole; lo stesso è più forte quando si applica una mano sull'organo, e non è giammai maggiore di quando si pone una mano alla faccia superiore di questo, e l'altra all'inferiore: operando così si sente quasi sempre nelle due mani una scossa, che è frattanto più forte nella prima che nella seconda. Inoltre le commozioni diventano più energiche quando ad un tempo si comprime, si stropiccia, si pizzica o in qualsiasi modo s'irriti la pelle del pesce. L'anguilla del Surinam dà anche delle scosse più forti allorchè la si tocca con ambe le mani. Il più violento convellimento ha luogo quando si prende con una mano la testa e coll'altra la coda.

Molti fenomeni favoreggiano l'opinione manifestata per la prima volta da Adanson e S. Gravesande, e sostenuta poscia da Walsh, che la scossa prodotta dai pesci detti tremolanti è di natura elettrica. Hanno luogo nei pesci anche delle scosse senza toccarli immediatamente purchè sieno in comunicazione con altri corpi. Redi ha riferito ciò che dicono i pescatori, che quando essi prendono torpedini, provano una scossa tanto per la parte della corda della rete, che per via della lancia colla quale aveano feriti siffatti pesci. Réaumur ricevè una debole commozione toccando una torpedine colla sua canna. Wa'sh ne risentì delle forti in ambe le mani applicando un pezzo di ferro sopra una torpedine coperta di acqua, mentre che avea l'altra mano immersa nel liquido a qualche distanza dall'animale. Spallanzani avea del pari provato delle scosse toccando simili pesci con dei conduttori elettrici. I fili e le stoffe comunicavano le scosse allorchè erano umidi e non quando erano secchi. Al contrario Gay-Lussac ed Humboldt dicono di non aver risentito nulla pel solo contatto con i conduttori metallici. Avendo situata una torpedine per la superficie inferiore del suo corpo sopra un disco metallico, colui che tenea il disco in mano non provò scossa: ma se egli toccava coll'altra mano la faccia superiore dell'organo elettrico, risentiva tosto un colpo violento in ambe le braccia. L'acqua sola non conduce l'effetto elettrico secondo essi, poichè non provarono scosse nell'acqua quando appressavano la mano al pesce ed il fenomeno non avea luogo che col contatto immediato. I fenomeni della propagazione dell'elettricità mercè corpi intermedii sono più sensibili nell'anguilla del Surinam che nelle torpedini. Il pesce medesimo dà scosse anche quando se gli appressa la mano nell'acqua, senza che vi sia bisogno di contatto immediato, come Williamson, Fahlberg, Guisan ed altri hanno osservato. Esso ai piccoli pesci che gli passano dintorno ad una gran distanza, può cagionare stupore e morte, mercè le scariche che lancia. Siffatte scosse si propagano mediante metalli, non che per via di legno che vi si pone a contatto, e non mai per la ceralacca e la cera ordinaria.

La scossa elettrica può esser provata da più persone in una sola volta, quando formano una catena tenendosi per le mani, a che l'ultima di esse sia a contatto immediato cogli organi elettrici di un pesce, o in relazione con essi mercè un conduttore elettrico. Se il circuito è interrotto da corpi non conduttori di elettricità, gli effetti cessano. Questa esperienza che in preferenza di ogni altra prova la natura elettrica dell'agente prodotto da pesci vivi, è stata fatta per la prima volta da Walsh, sulle *razze* e ripetuta in prosieguo con egual successo da Spallanzani, Gay-Lussac, Humboldt ed altri. La stessa riesce in modo più sensibile ancora quando si opera sull'anguilla del Surinam.

In una esperienza fatta da Walsh la scossa fu risentita da 27 individui disposti a catena, della quale i due ultimi toccavano i pesci.

Nè Walsh e Spallanzani, nè Gay Lussac, Humboldt e Configliachi hanno osservato scintille durante il passaggio del fluido elettrico delle torpedini attraverso dei conduttori. Gardini soltanto pretende di averne osservate in occasione che ricevè egli un colpo violento da una torpedine distesa sopra una piastra isolata. Ma la scintilla elettrica è stata osservata ancora nelle esperienze sull'anguilla del Surinam. Walsh avendo tolto uno di questi pesci dall'acqua e fatto la scossa da una bandella di stagno laminata fissata ad un disco di vetro, vide la scintilla scagliare da una metà della bandella sull'altra. Lo stesso fenomeno è stato osservato da Fahlberg facendo comunicare, mediante le mani di due persone o di altri conduttori, le due estremità di una bandella di stagno a lamina fissata sopra un vetro ed interrotta da piccolo intervallo; con un pesce disteso all'aria libera, ma quando l' animale era nell'acqua, egli non potè osservare scintille. Guisan è stato parimente testimone di questo fenomeno.

Da ultimo ciò che merita di essere riferito ancora si è che Galvani ha osservato alcune cosce di ranocchio spoglie della loro pelle e che egli avea situate sul dorso di una torpedine, convellersi quando l'animale dava una scossa, effetto che favoreggia ancora la scarica elettrica. A malgrado di questi fenomeni manifestamente elettrici non si è neanche potuto finoggi, sia sopra torpedini, sia sopra anguille del Surinam, giugnere a riconoscere nè alcuna traccia di tensione elettrica libera, nè polarità, nè attrazione e ripulsione di corpi leggieri, nè azione su degli elettrometri assai sensibili, non che coll'ajuto dei migliori condensatori, nè infine scariche di bottiglie o di batterie. H. Davy ha benanche esperimentata l'influenza delle scosse elettriche delle torpedini sulla decomposizione dell'acqua e dell'ago calamitato. Egli ha fatto passare a più riprese i colpi dell'animale attraverso un arco composto di fili di argento ed acqua senza poter osservare la menoma decomposizione del liquido. Egli ha fatto egualmente passare più volte queste scosse stesse attraverso l'arco di un moltiplicatore sensibilissimo, senza osservare la menoma deviazione dell'ago calamitato. Schilling si è ingannato col dire che i fenomeni elettrici dell'anguilla del Surinam hanno relazione colla calamita, giacchè Walsh, Ingenhouss ed Humboldt hanno rinvenuto questo pesce affatto insensibile ad ogni magnetica influenza, ciò che Spallanzani avea parimenti notato in ordine alle torpedini.

Le osservazioni hanno insegnato ciò che segue, intorno alla maniera colla quale i pesci elettrici si comportano allorchè danno scosse, ed alla dipendenza vitale di questo fenomeno. Allora quando questi animali imprimono una scossa, non sono inattivi, e non se ne possono scaricare a volontà i loro organi elettrici, come farebbesi con una bottiglia di Leyden o con una pila di Volta. La scarica è un atto di loro volontà, come avea già osservato Rèaumur, e l'hanno provato le osservazioni di Walsh Williamson, Spallanzani, Gay-Lussac, Humboldt, Todd ed altri: giacchè spesso avviene che un pesce vigoroso che si prende con ambe le mani non dà scosse, mentre che basta talvolta il più leggiero contatto per risentirne una. Ciò posto i pesci elettrici sembrano operare la scarica e probabilmente ancora la carica dei loro organi per l'influenza della volontà. Humboldt pensa pure di poter conchiudere dalle sue esperienze che l'anguilla del Surinam sia capace di dare alle sue scosse la direzione che le piace. Dietro le osservazioni di Walsh, Fahlberg e Guisan sembra che questo pesce possegga un senso squisito per valutare le circostanze nelle quali le sue scosse possono comunicarsi; infatti egli sembra riconoscere se i corpi che se gli avvicinano abbiano o no la natura a poterle ricevere, cioè se sono conduttori o isolatori; giacchè nel primo caso esso dà la scossa, e nel secondo se ne astiene. Così la vicinanza di metalli situati nella tinozza in cui è posto, lo pone in agitazione, e lo determina a scaricare sopra essi il suo fluido elettrico.

Gli osservatori non sono di accordo tra loro intorno ai fenomeni che precedono ed accompagnano la scarica. Taluni dicono che la scarica delle torpedini è sempre legata ad uno sforzo muscolare. Così Rèaumur pretende aver osservato che il dorso rivoltato di questo pesce si fa piatto, diviene anche concavo allorchè dà una scossa, e che subito esso riprende la sua forma convessa. Gay-Lussac ed Humboldt credono aver osservato che le natatorie pettorali entrano in un movimento convulsivo al momento della scarica Todd ha rinvenuto ancora che la comunicazione dello scuotimento è accompagnata in generale da contrazioni muscolari, e che i pesci scorciano i loro occhi. Questo ultimo fenomeno è stato osservato parimente da Walsh, ma non lo è stato da Spallanzani. Egli è provato quanto all'anguilla del Surinam, che taluni movimenti del corpo non coincidono necessariamente colla scarica; giacchè questo pesce si muove spesso con molta vivacità allorchè si tiene entro le mani, senza dare scosse, mentre che al contrario frequentemente ne imprime, quando si tiene in riposo perfetto.

I pesci elettrici, dopo che hanno dato una scossa, possono caricar di nuovo i loro organi con grande sollecitudine, e comunicare una serie di scosse. In generale la forza degli scuotimenti è in ragione diretta della loro vivacità e della intensità dei loro fenomeni vitali. La frequente ripetizione di questo atto l'indebolisce e rende i loro colpi meno forti. Mercè il riposo essi si ristabiliscono, e l'intensità dei loro scuotimenti aumentasi. Quando essi s'indeboliscono a poco a poco, gli scuotimenti diventano sempreppiù fievoli. Poco prima della morte essi si succedono rapidissimamente, ma sono tanto deboli che appena si sentono. Le torpedini alle

quali si son tolti gli organi elettrici non più ne danno: nondimeno esse possono vivere per molto dopo l'accennata operazione, ed anche più lungo tempo di quelle che sono incitate a frequenti scariche. Se ad esse si toglie un solo organo, l'altro rimane per la maggior parte del tempo attivo.

I nervi che si portano agli organi elettro-motori prendono la parte più importante all'eccitazione elettrica ed alla comunicazione delle scosse. Spallanzani, Galvani, Humboldt e Todd hanno rinvenuto che i pesci perdono la facoltà d'imprimere scuotimenti se tagliansi o legansi questi nervi. Se si tagliano i nervi di un organo, l'altro conserva la sua attività. Todd distrusse il cervello, ciò che fè cessare le scosse che nessuna eccitazione in seguito valse a ristabilire. La facoltà di dare scosse persiste per qualche tempo dopo che è stato ferito il cuore. Uopo è notare ancora che i pesci elettrici, al pari degli altri animali, si convellono mediante l'elettricità per strofinamento e pel galvanismo, come Aldini ha riconosciuto nelle torpedini, ed Humboldt nell'anguilla del Surinam.

Dietro le ricerche fatte fin oggi sui pesci tremoli, non si dubita che le scosse che essi danno in vita sieno di natura elettrica, e più analoghe agli effetti di una pila voltiana che ad altri fenomeni. Gli organi elettro-motori propri di questi animali nella loro struttura mostrano ancora gran somiglianza con una delle pile di seconda classe, poichè essi son composti di strati alterni di conduttori umidi di diversa natura; cioè di tramezzi membranosi e di un liquido gelatinoso o albuminoso. Nondimeno non si potrebbe ammettere che i loro effetti sieno unicamente il risultato della loro struttura, della disposizione meccanica delle parti che entrano nella loro composizione, e che perciò soltanto sia prodotta dall'elettricità per contatto nel grado in cui noi abbiamo l'occasione di osservarlo negli animali vivi, giacchè dopo il taglio dei nervi che si dirigono agli organi elettrici questi perdono subito la facoltà d'imprimere scosse, sebbene gli strati eterogenei costituenti i loro organi non abbiano provato alcun cangiamento. Le esperienze fisiche nulla ci hanno fin oggi indicato in ordine al modo di operare dell'indispensabile influenza nervosa sugli organi, ed al posto che essa gode in eccitare scosse. In questo stato di cose noi siamo obbligati a considerare la carica e la scarica elettrica degli organi come un atto vitale dipendente immediatamente dall'influenza dei nervi su questi stessi organi, e di non risguardare i medesimi che come apparecchi che concorrono in un modo secondario alla produzione ed alla scarica dell'elettricità per contatto insieme coll'influenza vitale dei nervi. Ma noi possiamo render conto esatto del modo come i nervi operano nell'eccitazione elettrica, finchè ignoreremo la maniera colla quale opera la stessa forza nervosa. La completa teorica di questi notevoli fenomeni elettrici non potrà acquistarsi che in virtù di nuove osservazioni e ricerche sulle manifestazioni della vita dei nervi. H. Davy suppone, dietro le sue esperienze, che l'elettricità animale ha maggiore analogia colla comune che colla voltiana, e gli sembra ancora più probabile che essa costituisca particolare specie di elettricità.

Fenomeni elettrici eccitati dal semplice contatto e sì sensibili come quelli che offronsi dai pesci dei quali abbiamo parlato non sono stati fin oggi osservati in altri animali con molta certezza, per non lasciar luogo a dubbio. Cotugno in verità, dice aver ricevuto una scossa elettrica da un sorcio vivo nell'atto che lo sezionava, al momento in cui l'animale gli toccò il dito colla sua coda. Molina e Vidaure narrano che un ragno a sei zampe addormentò la mano di colui che lo toccò. Kirby e Spence riferiscono che il Generale Davies intese una scossa elettrica nel prendere colla sua mano un *reduvius serratus* vivo. Da ultimo si pretende che la *leonice gigantea,* una delle specie più grandi di anelidi marini, che fu gittata viva sulle coste di una delle Antille, diede una scossa elettrica all'individuo che la prese, cui manifestossi dopo una eruzione generale per tutto il corpo. Ma siffatte asserzioni ci sembrano assai dubbiose e meritano conferme.

Nella economia animale osservansi benanche molti fenomeni che indicano la probabilità, che i nervi, mercè una forza loro inerente sieno nello stato di eccitare e condurre correnti elettriche simili a quelle prodotte dalla riunione dei poli di una pila galvanica. Qui appartiene l'azione dei nervi vivi sui muscoli nel fenomeno della contrazione muscolare. Humboldt ha già congetturato che ogni contrazione muscolare è accompagnata da una specie di scarica elettrica dei nervi. Prevost e Dumas, ed Edwards in seguito hanno procurato dimostrare la realtà di queste cose. Noi ritorneremo su questo

subietto a luogo opportuno. Frattanto in tutte le circostanze dobbiamo considerare l'eccitamento dell'elettricità dei nervi vi, come fenomeno subordinato alla v e dipendente dall'azione della forza ne vosa (1).

(1) *A quanto il ch. A. ha esposto intorno alla zoo-elettricità, non sarà disc ro che io aggiunga le ultime osservazioni fatte da delle Chiaje. Fin da remoti s coli era nota la sorprendente facoltà elettrica delle* torpedini. *Platone contempor neo d'Ippocrate fa dire a Socrate « tu mi hai stordito colle tue obbiezioni, con la* torpedine, *pesce piatto di mare, stordisce coloro che la toccano ». Quel fuo elettrico che l'antica poesia ingegnosa e feconda in verità ha posto tra gli arti dell'*aquila *e che accumolato nelle alte regioni dell'atmosfera scintilla tra le nubi, da particolari organi segregato in essa, egualmente che negli animali dal ch. A. numerati. Nè il regno animale è privo di ulteriori consimili esempli; siccome fu elettrica scossa avvertita dal celebre Cotugno precursore del Galvani nel disseca un* sorcio.

La zoo-elettricità dunque, partecipante dell'elettrico e del galvanico fluido, Davy elevata al rango di una terza specie; fu scoperta dall'antica scuola italian ossia da Cicerone Redi, Lorenzini, Borelli, Galvani, Aldini, Spallanzani, ed illustra dalla moderna, quali sono Volta, Configliacchi, Gherardi, Nobili, Matteucci, Sa tilinari. E questi ultimi ne hanno ottenuto la scintilla; vi han contestato la scon posizione dell'acqua fattane da Davy; hanno determinato la elettricità negativa nel ventrale e la positiva nella dorsale superficie della torpedine, *dove Galvani vi convulsionarsi i muscoli femorali delle rane ec. Scossa già avvertita dall'Arpina Oratore che a guisa d'intromentimento ha Delle Chiaje sentito diffondersi dalla s mano al gomito, da Williamson paragonata all'incantevole potere dei Serpi nel f preda dei piccioli animali, e così espressa da uno dei nostri più felici poeti, Gia nettasio:*

Prima venenatis torpedo *armata sagittis*
Aggreditur pisces audax, quoscumque per aequor
Aspicit ire vagos, radiisque imittit ab ipsis
Turpe veneficium, turbatasque inficit undas:
Inficit et pisces torpore, fugamque retardat.
Protinus amittat solitum stupefacta vigorem
Membra, rigentque omnes concreto sanguine nervi:
Ignari verum ut subeunt vicinia pisces,
Infandum toto diffundit pectore virus,
Torpentesque necat morsu, ventremque saginat.
Praeterea, mirum, per retia rara, levesque
Insinuat cito per nassas, ferrumque venenum:
Inque manus piscantis, agit, vincitque rigore.

Intanto la officina di sì ammirevoli fenomeni e duplice e formata da un a gregato di esagone pile, poste verticalmente tra la pelle superiore ed inferiore de lo spazio semilunare, la testa, le branche e le spalle. Lo apparato elettrico è c perto da una membrana fibrosa e cadauna pila è isolata dalle compagne ad opr di tendineo reticolato. Tutte le pile rappresentano una massa più elevata nel centr che nei margini. La struttura di ciascuna di esse dai moderni zootomisti credesi r sultare da molti spazii interrotti da successivi ed orizzontali diaframmi, contene dosi in ogni voto gelatinoso umore.

Un esame con diligenza da Delle Chiaje intrapreso ha dimostrato, che ciasc na delle menzionate pile, sia costituita da parecchie globose vesciche a valide p reti, le une incastrate sulle altre e da su in giù reciprocamente compresse, non ch provvedute di arteriose e nervee ramificazioni. Cosicchè il rigonfiamento degli o gani elettrici, a dimensione eguale anzichè disparata come disse Risso, osservato d taluni fisici nell'atto che la torpedine elettrica *e Galvani dardino la scossa, deriv dallo espansivo potere di ciascuna vescichetta, facile ad essere isolata dalle comp gne e mercè sottile tubo di vetro riempiuta di aria o meglio di mercuri Inoltre debbesi considerare la loro riunione piuttosto come una batteria*

ARTICOLO III.

Dei movimenti.

In tutti i corpi organizzati si effettuano movimenti che costituiscono una delle principali caratteristiche della vita. Gli atti della nutrizione e della formazione, il cui quadro è stato dianzi tracciato, l' introduzione degli alimenti, l'assorbimento, l'assimilazione, la respirazione, il cammino dell'umor nutritivo, la fissazione

bottiglie di Leyden, che quale Voltaica pila, giusta la opinione dei fisiologi odierni.

Matteucci informa Dulong della ineguale potenza delle diverse parti del cervello della torpedine *nel suscitare le commozioni; talchè gli emisferi cerebrali possono essere toccati, feriti e recisi senza prodursi scarica elettrica. E questa ottiensi soltanto, essendo la* torpedine *vivacissima, col praticarsi l'esposto ai talami ottici collocati tra gli emisferi cerebrali e il cervelletto. Non puossene poi toccare il quarto lobo encefalico senza conseguirne la scarica elettrica: effetto che producesi anche per dato tempo dopo la morte, ciocchè Delle Chiaje non ha osservato; anzi tale lobo portato via, finisce ogni scarica.*

Hunter vide che i nervi diretti agli organi elettrici derivavano dall'ottavo pajo, e Carus vi ha accompagnato benanche quei del terzo pajo. Qualche rettificazione ha Delle Chiaje apportato nella distribuzione di amendue, sparpagliandosene i filetti sulle anzidette vesciche; come pure la origine dei due accennati nervi mercè grossissimi cordoni risultanti da moltiplici plessi non proviene dalla terza massa cerebrale a lobo del quarto ventricolo, che peraltro vi ha immediato rapporto, ma dalla sottopostavi porzione della midolla allungata. Anzi Matteucci, irritando tale lobo, nelle torpedini *che non davano più scosse, riusciva a repristinarvele. Ed ha il nostro concittadino con sorpresa rilevato nelle piccolissime e nelle grandi* torpedini *che la citata massa sia perfettamente paglierina: particolarità sfuggita a Stenone, Redi, Lorenzini, Hunter, Gerardi, Scarpa, Humboldt, Configliacchi, Jacopi, Rolando, Desmoulins, Carus, Cuvier, che ebbero la opportunità di sezionare le* torpedini *fresche, e forse sorgente di utili applicazioni alla teorica dell'elettricismo animale. Soemmering, Wenzel, Spix, Tiedemann, distinsero nel cervello dell'uomo e dei mammiferi quattro sostanze, la bianca cioè, la bigia, la nera e la gialla. Ma questa ultima intorniante il Soemmerringiano retinico forame dell'occhio umano che per dritto denominar dovrebbesi Buzziano e le midollari ramificazioni del cervelletto umano, ammettesi nella sola linea dentata dei peduncoli di quest'ultimo: soggiungendo Rolando di essersi in vari quadrupedi inutilmente cercata la sostanza nera e la giallognola, avendo egli tutto il motivo di credere, che niente di simile esista nel cervello degli animali.*

Carus ed altri notomici opinano che dette pile seguano lo sviluppo delle rimanenti parti del corpo delle torpedini. *Giacchè Hunter ne contò 470 in una* torpedinetta *e 1182 in un'altra grande. Risulta dalle osservazioni di Delle Chiaje ch'esse crescano per introsuscezione, sviluppandosene quello stesso numero che in miniatura esiste nell'embrione, tranne il solo consecutivo aumento di mole e forma. E quindi erronea asserzione di Risso che la* torpedine Galvani *sviluppi maggior quantità di fluido elettrico che la t.* elettrica, *il cui organo elettrico fu da Rizzo veduto picciolissimo e dante fievoli scosse, al che Delle Chiaje si oppone. Nè parmi ammissibile l'analogia promulgata dall'Archiatro Sassone tra detti organi e la carne muscolare: idea tuttochè ingegnosa, emessa per altro da Redi e dal suo discepolo Lorenzini, denominando tali parti muscoli falcati. Afferma di fatto il fisiologo Sassone qualmente molti tendinei strati separino tanto i muscolosi lacerti, quanto i vuoti delle elettriche colonne contenenti gelatinoso umore e da Matteucci creduto affine alla encefalica sostanza. Ivi sta la forza nervosa concentrata come nei condensatori, onde spicciarne sotto la influenza della volontà ed al modo stesso che si accumula nei muscoli, affin di produrvi la contrazione delle fibre.*

E fu pure elevato dubbio dal corifeo della chirurgia danica, Jacobson, se mai detti organi avessero affinità con altri se non scoperti da esso (gloria dovuta al suo compatriotta Stenone chiamato in Firenze pel favore della Corte dei Medici, non che al Redi ed al Lorenzini): almeno da lui meglio descritti negli squadri, *nelle* raie, *nelle* torpedini *e da Delle Chiaje eziandio rinvenuti nelle* chimeres *repu-*

delle parti costituenti questo liquido nell' atto della nutrizione, infine la separazione degli umori, dal che dipende il mantenersi dei corpi viventi nelle condizioni di composizione, di organizzazione e di attività che loro son proprie, tutti questi fenomeni sono legati con i movimenti. Oltre i movimenti, che accompagnano il lavoro della nutrizione e della formazione, ne osserviamo altri ancora. Le foglie si muovono nei vegetabili, ed in molti tra essi gli organi genitali. Gli animali muovono le loro membra e mutano sito a volontà. In somma ciascun corpo vivente può paragonarsi ad un moto perpetuo che ha luogo in modo più o meno sensibile e con gradi diversi di rapidità e di forza, in virtù di propria attività.

Facciamo un saggio in rintracciare i movimenti dei corpi organizzati, e farne conoscere le cagioni o le condizioni, la cui ricerca costituisce uno dei problemi più difficili della fisiologia. La maniera più sicura onde giugnere a siffatto scopo sembrami il numerare dapprima l'un dopo l'altro i movimenti che si osservano negli animali e nei vegetabili, l'indicare le parti e gli organi che l'effettuano, e il fissare le circostanze nelle quali essi hanno luogo. In seguito noi paragoneremo i movimenti dei due gruppi di esseri viventi, per scoprire fino a qual punto essi sono simili, analoghi o differenti uni dagli altri. Noi giungeremo così a cercare le cagioni e le forze dalle q essi dipendono, ed a discutere, se essi prodotti dalle stesse forze o da forze verse. Io credo dover cominciare dai vimenti degli animali, che sono più nifesti e più noti.

CAPITOLO PRIMO

Dei movimenti degli animali.

Negli animali distinguonsi i movim dei solidi e quelli dei liquidi. I prim manifestano generalmente con alterna di contrazione e di estensione sia per scillazioni sensibili, come nei muscoli senza oscillazioni manifeste come nel suto muccoso e negli altri varj tessuti non sono muscolari. I movimenti dei quidi sono loro in gran parte comuni dalle parti della cavità e dai canali ch contengono. Intanto i globetti che entr nella composizione del sughi forma hanno la proprietà di muoversi spontar meute in talune circostanze, come avvi ai globetti di sangue ed a quelli che consi animaletti spermatici. Noi vedia anche dei movimenti provenienti da afflusso di liquidi verso le parti che s da quelli messe in stato di gonfiamen

tandoli apparato di squisitissimo tatto e capace di dare a detti pesci esatta av tenza dei corpi che trovansi nella superiore ed inferiore superficie cutanea; Blainville paragonati ai mustacchi dei gatti, e da Davy reputati glandule e mocciosi. Più ha il Delle Chiaje visto qualmente in ogni vescica grande introd del mercurio risolvevansi esse in molte altre con comune cavità.

Il quale apparecchio collocato nell'anteriore sito del capo componesi da ci drici tubi con fibrose pareti, oppure da orbicolari follicoli grappolosi forniti di d aperti nella dermica superficie, sotto la cui compressione filtra la gelatinosa cer sostanza contenutavi, e dal Volta sperimentata eccellente conduttrice della elet cità; nel mentre che Davy sostenga opposto avviso pel liquido dell'elettriche co ne. Nella zigena ho visto siffatto sistema ricco di grossi nervi e corredato di e riori aperture. Il colorito, la tegnenza, la disposizione è stata sempre analog quella dell'elettrico apparato. Anzi coll'umore di amendue, almeno durante il lione, avendosene per azzardo toccato il viso, avvertii orticaria molestia. E D Chiaje ha già disposto nelle diverse stagioni di farne istituire chimica e compar va analisi, di cui la scienza manca e che le sarà di sommo rischiarimento. O l'esposto Delle Chiaje ha osservato nelle torpedini *gli ottalmiti ben diversi dai stalli acicolari descritti dall'Erbenberg nell'esterna lamina iridea, e la glandula roidea.*

Il padre Santi Linari *ha fatto molte osservazioni relative alle scariche elet che della torpedine, di che ha formato il subietto di una* Memoria. *Egli opina vi è analogia grande tra le scariche della torpedine e quella di altri animali; tali correnti provano un ostacolo nel loro passaggio attraverso l'acqua distillata pozzo; che evvi quasi identità nella facilità colla quale attraversano i fili galvan In fine egli ha ottenuto gli anelli colorati colle correnti della torpedine: cosa detta da L. Nobili insigne fisico italiano.* Il Trad.

di tensione. Questi sono i movimenti di turgore che in veruna parte osservansi meglio che nei genitali di ambo i sessi. Vi sono ancora dei movimenti associati agli atti della formazione, dell'accrescimento e della nutrizione, che in vero non si son potuti finora osservare mercè i sensi, ma che noi siamo autorizzati ad ammettere dietro gli effetti della formazione, dell'accrescimento e della nutrizione. Noi li chiameremo movimenti di formazione e di nutrizione. Da ultimo le manifestazioni di attività proprie dei nervi sono accompagnate da movimenti che non sono più suscettibili di apparire all'osservazione immediata, ma in favore della realtà dei quali sono numerosi argomenti. Esaminiamo più da vicino queste diverse classi di movimenti.

1. *Movimenti prodotti dai muscoli.*

Gli animali effettuano i loro movimenti più manifesti e più energici per via della carne o dei muscoli. Questi, come ho detto di sopra, hanno per base un tessuto particolare, la fibra muscolare. Il tessuto cellulare riunisce le fibre in fascetti e questi in fasci, nel cui intervallo vasi sanguigni e nervi di grosso calibro riduconsi in ramificazioni dilicatissime nella maggior parte degli animali. In vita, sieno i muscoli nutriti, sieno comunicanti liberamente con i sistemi vascolari sanguigno e nervoso, hanno la proprietà di raccorciarsi nel senso delle loro fibre o di contrarsi sotto certe influenze dette stimoli, cessati i quali essi si allungano di nuovo, ritornando alla loro primitiva situazione.

Le influenze eccitatrici della contrazione muscolare presentano grandi differenze relative alla loro natura. Talvolta sono eccitazioni nervose, o manifestazioni di attività prodotte nell'apparato nervoso vivo, e che trasmesse mediante i nervi operano sui muscoli, determinano questi a contrarsi, caso in cui si trovano i movimenti effettuati dagli animali mercè gli atti di loro volontà, come quelli delle membra, degli organi sensori, delle parti della bocca, degli organi masticatori, di quelli della deglutizione e della voce. Vi sono ancora altri movimenti provocati dall'influenza nervosa che non sono sottoposti all'imperio della volontà nelle circostanze ordinarie, ma effettuansi in modo automatico e ritmico, come quelli che accompagnano la respirazione, che rinnovano i mezzi respiratori negli organi della respirazione o nei loro dintorni. Tal fiata sono certi liquidi di diversa specie che per lo stimolo che esercitano determinano la contrazione di organi cavi ed esteriormente ricoperti di strati muscolari. Così il sangue che i tronchi venosi versano nelle cavità del cuore durante l'espansione delle pareti muscolose di questo organo, è lo stimolo che l'eccita a contrarsi. I sughi digestivi separati nel sacco alimentare, la saliva, il sugo gastrico ed intestinale, la bile, l'umor pancreatico, producono una eccitazione nella sua membrana mucosa, e la fanno contrarre. L'orina che si accumula in vescica è lo stimolo sotto la cui influenza questo serbatojo si contrae. Alcuni corpi introdotti di fuori in organi cavi provvisti di muscoli, determinano parimenti questi a muoversi. A questa categoria appartengono gli alimenti e le bevande che penetrano nel canale alimentare, non che l'aria che s'introduce nei polmoni e nelle trachee. La luce che entra negli occhi deve essere anche annoverata fra gli eccitatori esterni, poichè, operando sui nervi, provoca movimenti nell'iride. Lo stesso vale pel suono che, stimolando il timpano, eccita contrazione nelle fibre muscolari che entrano nella composizione di questa membrana.

Quando si pongono allo scoperto dei muscoli in un animale vivo, o che si esaminino al momento in cui vengono messi allo scoperto in un corpo vivo, i loro fasci, disposti parallelamente gli uni agli altri sembrano diritti. Ma subito che qualsisia incitazione e afflusso, azione meccanica, impressione di agenti chimici o l'elettricità gli attiva; essi si contraggono. I fascetti o le fibre di questi organi rappresentanti masse solide, fissate ad ossa, a conchiglie, ovvero ad altre parti, si raccorciano, si piegano sopra essi medesimi, formano linee ondulanti, ed il muscolo considerato nel suo insieme apparisce aggrinzato, raccorciato, più spesso e più duro nella sua parte media. I muscoli cavi, come il cuore e quelli che costituiscono espansioni membraniformi, come la tunica membranosa del canale alimentare e della vescica, si contraggono quando vengono stimolati nel senso delle loro fibre, di modo che la loro cavità svanisce più o meno compiutamente. Quando gli stimoli cessano di operare sui muscoli, questi organi si rilasciano e si distendono, diventano deboli, le ondulazioni e le curvature delle fibre spariscono, l'estremità di queste si allontanano l'una dall'altra, ed essi si rimettono nella loro primitiva situazione. I muscoli cavi distendonsi in

circonferenza. Ogni muscolo che è stato contratto per qualche tempo dall'azione permanente di agenti stimolanti, finisce del pari col rilasciarsi.

La quistione, se col contrarsi mercè una cagione eccitante, i muscoli cangiano volume e densità, ha formato il subietto di molte controversie. Alcuni fisiologi pretendono che essi aumentino di volume; al contrario altri dicono che diventano meno grossi accrescendosi la coesione ed il peso specifico; altri vogliono che nessuno di detti effetti abbia luogo, ed opinano che i muscoli non guadagnano in ispessezza nella loro contrazione che quello che perdono in lunghezza. Quando tratterò in particolare delle manifestazioni della vita nei muscoli dell'uomo, ritornerò sull'esame delle esperienze che servono di appoggio a siffatte diverse opinioni. Egli è probabile che la contrazione dei muscoli sia accompagnata da vero aumento di coesione, ed uno dei principali argomenti che favoreggia questa ipotesi si è che i muscoli contratti son capaci di portare senza rompersi pesi maggiori dei muscoli morti. Al contrario la coesione di questi muscoli sembra diminuire quando essi si rilasciano e si distendono.

Haller poggiato sulle sue instruttive esperienze ha eretto la facoltà posseduta dai muscoli vivi di contrarsi mercè gli stimoli in una forza organica particolare da lui detta *irritabilità*. Altri fisiologi hanno a questa forza dato il nome di *miotilità* o *contrattilità muscolare*. I suoi effetti differiscono da tutti i movimenti promossi da cagione meccanica o chimica. I partigiani della scuola iatromatematica l'hanno sovente confusa con quelli dell'elasticità che manifestasi per una semplice reazione in senso inverso contro un'azione meccanica esercitata sopra un corpo elastico, di cui il prodotto non mai è superiore alla cagione che l'ha messa in giuoco. La contrazione muscolare offre risultamenti ben diversi. Quando lo stimolo che la promuove è meccanico l'effetto sorpassa molto la cagione e non esiste tra essi una relazione fisica simile a quella che noi osserviamo nei fenomeni dell'elasticità. Il menomo contatto di un muscolo con la punta di un ago produce spesso contrazioni più energiche che una grande violenza esterna. Altro argomento ancora più forte contro questa dottrina si ha da che gli effetti più notevoli sono prodotti nei muscoli senza veruna cagione meccanica, come attesta l'influenza degli irritamenti nervosi e chimici

Quanto alle condizioni nelle quali l citabilità muscolare si pone in giu ecco ciò che l'osservazione e l'esper za hanno mostrato sotto questo r porto.

1. Bisogna che i muscoli sieno nut ciò che suppone il libero afflusso sughi nutritivi in essi.

2. Uopo è che sieno in connessione sistema nervoso.

3. Bisogna che abbiamo stimolazion stranee ad essi.

L'afflusso del sugo nutritivo verso muscoli è operato in tutti gli anim provvisti di sistema vascolare sangui di numerosi vasi ramificati in questi gani. Negli animali privi di sistema scolare l'umore nutritivo sembra ess condotto ai muscoli per mezzo del tes to cellulare. Le arterie che si recano muscoli e che loro conducono il sang arterioso dividonsi nel tessuto cellul intermuscolare e si risolvono in dilica sime reticelle che circondano le fibre m scolari, il cui modo di comportarsi qu to a queste ultime non è stato ancora conosciuto per cagione della loro picc lezza. Tutto ciò che noi possiamo d si è che i muscoli viventi si nutrisco di sangue che loro giunge per propria tività, attirando ad essi delle parti cos tuenti di questo liquido che combina colle fibre muscolari, di cui esse prendo i caratteri, e che durante questo lavoro sangue arterioso diviene venoso. La gr sezza delle arterie e la quantità di sang asportato ai muscoli sono proporzion alla massa di questi ultimi, non che a forza ed alla durata della contrazione citata dagli stimoli che operano su di es Le vene riportano dai muscoli il sang che è stato modificato nella sua compo zione.

L'afflusso di sangue arterioso è tar più necessario in far persistere la faco contrattile nei muscoli sotto l'influenza gli stimolanti, in quanto che questi org se ne nutriscono per effetto di attività sp ciale, e che in tal modo essi si mantengo nelle condizioni di composizione e di ganizzazione che le rendono atte ad ese citare le manifestazioni della loro propi attività. Il sangue arterioso sembra che stabilisca ancora nei muscoli ciò che stato cangiato in essi per opera della co trazione. Se un ostacolo si oppone al sua libera affluenza, se i vasi dei musc si legano o si tagliano, tosto perdono facoltà di contrarsi mercè l'influenza deg stimoli, giusta l'esperienze di Stenone, H.

ler, Fowler ed altri, ciò che prova esser questa facoltà sotto la dipendenza della nutrizione.

Siccome la preparazione del sangue arterioso necessario alla persistenza dell'irritabilità muscolare dipende dall'introsuscezione degli alimenti, dalla secrezione dei sughi digestivi, dall'assimilazione degli alimenti negli organi digestivi, dall' assorbimento delle materie alimentarie, rese fluide ed assimilate, dalla respirazione e dalla circolazione, tutte queste funzioni partecipano indirettamente della conservazione della facoltà vitale che hanno i muscoli di contrarsi quando uno stimolo opera su di essi. Se gli alimenti mancano ad un animale, se per conseguenza in esso non si prepara nè si assorbe succo nutritivo, la quantità di sangue diminuisce, ciò che ha per risultamento l' impoverimento della nutrizione dei muscoli, la diminuzione ed in fine l'infievolimento della contrattilità loro, come osservasi negli animali morti per fame.

Qualora gli animali si trovassero in tali posizioni che loro sia interrotta o soppressa la respirazione, che ciò avvenga per la distruzione degli organi respiratorj, per oppilazione degli stessi, per mancanza dei mezzi che servono a respirare o infine per immersione in gas irrespirabili, il sangue non si fa arterioso, e si estingue la facoltà contrattile vitale muscolare. La vigoria e la durata dei movimenti negli uomini sono in ragione diretta dell' *arteriosità* del sangue, del grado di sviluppamento dei loro organi respiratorj, della quantità di ossigeno che essi consumano col respirare, e di quella del gas acido carbonico che esalano.

Se agli animali si sottragga sangue, incidendo i tronchi vascolari, o che cavisi loro il cuore, o che interrompasi la libera comunicazione dell'albero vascolare, indispensabile a mantenere la circolazione, la forza muscolare parimente subito si estingue. La stessa si abolisce ancora quando la composizione speciale del sangue necessario a mantenere la nutrizione venga distrutta per via di veleni.

Noi vediamo dunque che la contrattilità muscolare dipenda dall'ematosi e da tutte le funzioni che vi hanno parte.

I muscoli di tutti gli animali nei quali fin oggi si è scoperto sistema nervoso, come i mammali, gli uccelli, i rettili, i pesci, i crostacei, gli aragnei, gl'insetti, i molluschi e gli anelidi, contengono nervi. La stessa cosa sembra aver luogo in molti entozoi e raggiati. Nelle attinie soltanto si dubita che le fibre analoghe ai muscoli, che trovansi nella loro pelle, sieno provviste di nervi, poichè finora non si è discoperto sistema nervoso in detti animali. I nervi si distribuiscono nei fasci dei muscoli, e vi si ramificano addiventando filamenti delicatissimi, che s'incrociano colle fibre muscolari. Le più sottili ramificazioni sembrano non poter essere libere alla estremità, ma anastomizzarsi ad arcate le une colle altre, formando così delle anse, come Prevost e Dumas hanno ultimamente riconosciuto mercè il microscopio.

Forti quistioni si sono agitate intorno ai nervi che dirigendosi ai muscoli prendono parte nei movimenti, e se essi contribuiscano essenzialmente alla contrattilità. Haller ed i suoi discepoli Fontana, Metzger, Bichat ed altri risguardano questa facoltà come particolare ed inerente alle fibre muscolari viventi, affatto diversa ed indipendente dall'influenza nervosa, e sottoposta, soltanto nei muscoli diretti dalla volontà, all'azione dei nervi che servono di conduttori allo stimolo destinato a provocare la contrazione. Essi appoggiano la loro opinione con dire che la forza muscolare è affatto diversa da quella dei nervi viventi nelle sue manifestazioni, le quali consistono in oscillazioni e movimenti manifesti e visibili che non si osservano nei nervi, ed anche perchè distrutto il cervello e la midolla spinale, o impeditane la comunicazione col sistema nervoso, come avviene tanto in caso che taglinsi i loro nervi, quanto se si separino dal corpo, i muscoli continuano per qualche tempo a contrarsi sotto l'influenza degli stimoli cui si sottopongono.

Altri fisiologi, Whytt, Mauro, Unzer, Prochaska, Legallois ec., i quali riguardano la forza nervosa come principio supremo della vita degli animali e di tutti i loro movimenti, non ammettono nel tessuto muscolare una forza particolare esistente da sè, ma la credono dipendente dall'influenza del sistema nervoso e dai nervi comunicata ai muscoli. Essi credono di dover così opinare, che i nervi i quali entrano nella composizione dei muscoli tutti sieno o no sottoposti alla volontà, agiscono in modo puramente automatico, che i muscoli si contraggono non solo quando s'irritano i nervi, ma quando la stimolazione fassi sopra essi medesimi, che la contrattilità muscolare estinguesi dietro l'uso dei narcotici e di altre sostanze che distruggono la forza nervosa, infine che dopo distrutto il cervello ed il midollo

spinale, dopo tagliati o legati i loro nervi, cessa la contrazione muscolare sotto il dominio dell'eccitazione.

In questa discussione ciascuno dei due partiti è andato troppo lungi, e la verità sembra trovarsi in mezzo le due contrarie opinioni, per quanto le osservazioni e le esperienze ne fanno giudicare. Haller ed i suoi partigiani s'ingannarono nell'attribuire ai muscoli facoltà indipendente dalla nervosa influenza, cosa contraria all'idea dell'organismo, in cui tutte le manifestazioni di attività e le forze naturalmente si conteneano. Ma i suoi avversarj errarono negando una forza speciale inerente ai muscoli, la quale li determina alla contrazione mercè gli stimoli, dando molta importanza alla forza nervosa nei fenomeni della contrattilità muscolare, e considerando come cagione della stessa ciò che ne costituisce semplice condizione.

Noi dobbiamo al certo con Haller risguardare la facoltà contrattile delle fibre muscolari come forza speciale inerente alle fibre, ma il suo mantenimento dipende dalla nutrizione e dalla influenza nervosa, come Gautier, Scarpa, Hildebrand, Pfaff ed altri hanno cercato dimostrare, giacchè i nervi fanno parte della composizione di tutti i muscoli, non solo di quelli sottoposti alla volontà, ma ancora di quelli che operano senza spinta, si può già conchiudere da ciò, che l'uffizio dei nervi non si limita a trasportare gli stimoli che debbono eccitare la contrazione, come nei muscoli sottomessi alla volontà, ma che costituiscono ancora una condizione essenziale per le stesse manifestazioni vitali di questi organi. Questa condizione consiste senza dubbio in ciò, che i nervi che si ramificano nei muscoli loro comunicano l'attitudine ad essere affetti dalle eccitazioni, a mostrarsi eccitabili per se, ovvero in ciò che le stimolazioni che fanno impressioni ai muscoli determinandoli a contrarsi operassero immediatamente sui loro nervi, e provocassero la contrazione delle fibre muscolari mercè un'azione per parte di questi ultimi. Forse anche i nervi prendono parte essenziale alla nutrizione dei muscoli a spese del sangue arterioso, e ciò lo rende condizione necessaria a mantenere la contrattilità muscolare.

In favore della prima parte attribuita ai nervi nell'eccitazione della contrazione dei muscoli può addursi che quando gli stimoli son fatti immediatamente sui nervi che si ramificano nei muscoli, essi determinano distinte convulsioni, ed anche per la maggior parte del tempo con maggior forza, di quando operano pei muscoli stessi. In quest'ultimo caso l'azione dei nervi sembra parimente non poter essere esclusa, perchè questi organi si dividono in filetti molto sottili nella sostanza muscolare, e per conseguenza essi debbono essere affetti dagli stimoli che operano sui muscoli messi a nudo Come uno stimolo che opera sulla superficie di un muscolo, spesso il più leggero contatto colla punta di un ago, produce una rapida contrazione di tutti i fascetti e tutte le fibre, ma o che queste sieno soltanto situate le une vicino alle altre, o che non formino un tutto continuo e sieno unite insieme mercè i nervi ed i vasi sanguigni, egli è probabile che i nervi sieno il veicolo della propagazione di stimolo. Oltracciò gli stimoli, che determinano contrazioni nei muscoli sottratti all'impero della volontà, e gli umori, non operano immediatamente sulla sostanza muscolare stessa, ma sopra una membrana che tappezza l'interno dei muscoli cavi: nel cuore, è la membrana che riveste il sistema vascolare sanguigno: nel tubo alimentare, nella vescica ed altri organi cavi, è la membrana muccosa. Dietro ciò devesi presumere che l'azione degli umori esercitando uno stimolo sulle fibre muscolari, è immediatamente provocata dalle fibre nervose vive di queste membrane, e che essa produce in queste fibre un cangiamento che ha per risultato la contrazione dei muscoli. Da ultimo si può addurre in favore di questa opinione che le sostanze narcotiche e molte venefiche che annullano la forza nervosa, distruggono ancora la facoltà contrattile dei muscoli sotto l'influenza degli stimoli, allorchè soltanto i nervi posti a nudo bagnansi in questi liquidi

In conseguenza egli è verosimile che l'eccitazioni che provocano contrazioni nei muscoli operano dapprima sui nervi, e che un cangiamento in questi precede i movimenti o convulsioni delle fibre muscolari, o che i nervi comunicano ai muscoli la facoltà di essere impressionati dagli stimoli, e che questi agiscono mediante i nervi. Ma sebbene le fibre muscolari contrattili sembrassero aver bisogno dell'influenza nervosa per mettersi in azione, non si potrebbe frattanto non ammettere in essi una facoltà speciale di contrarsi, e considerare la contrazione come puro effetto della forza nervosa, giacchè i nervi vivi non possono loro comunicare una facoltà che essi stessi non hanno.

L'opinione che i nervi contribuiscono forse ancora a mantenere la contrattilità

muscolare, determinando la nutrizione dei muscoli a spese del sangue arterioso, è appoggiata dall'osservare che i muscoli i cui nervi sieno stati tagliati, tosto si appassiscono, diminuiscono di massa, e ad un tempo le manifestazioni di contrattilità s'infievoliscono.

Noi ritorneremo intorno a sì fatta disputa quando avrà a trattarsi della contrattilità muscolare nell'uomo, per discutere più a lungo gli argomenti a favore ed in contrario prodotti dall'una e dall'altra parte.

Sebbene la durata e la persistenza della facoltà contrattile dei muscoli sotto l'influenza degli stimoli dipendano dalle loro connessioni col sistema vascolare sanguigno, dal libero afflusso del sangue arterioso come pure dal loro legame col sistema nervoso e dell'influenza nervosa, pure si riconosce che questa proprietà persiste ancora per qualche tempo, benchè indebolita nei muscoli che sono stati separati dal corpo di un animale. Il cuore cavato dal petto, dei brani del canale alimentare e dei muscoli distaccati contraggonsi sotto l'influenza di differenti stimoli. Questo effetto ha luogo tanto se s'irritano immediatamente i muscoli quanto se applicansi gli stimoli sui loro nervi, dopo essere stati questi messi allo scoperto.

Nel numero di queste eccitazioni si annoverano.

1. La puntura di un muscolo o dei suoi nervi con la punta di una spilla o di un coltello, l'azione del pungerlo o quella di pizzicarlo.

2. Se si ammollisce un muscolo o i suoi nervi coll'alcool, coll'etere, cogli acidi, alcali, sali, ossidi metallici e diverse altre sostanze vegetali o animali, esso si contrae.

3. L'aria stessa che va a contatto con un muscolo recentemente messo allo scoperto, vi eccita spesso oscillazioni.

4. Il calorico operando sui muscoli o sui loro nervi, li determina del pari a contrarsi.

5. Tanto l'elettricità che si sviluppa collo strofinio che quella risultante dal contatto, è uno dei più forti eccitanti che mettono i muscoli in azione. Facendosi scorrere per mezzo di un filo metallico l'elettricità di un muscolo e dei suoi nervi messi allo scoperto, o che faccia andare una scintilla elettrica su questi organi, istantaneamente il muscolo si contrae. Se si pongano i due poli di una pila galvanica in relazione, sia con due punti diversi di un muscolo, sia colla sostanza muscolare e suoi nervi, immediatamente o mediante un corpo conduttore, hanno luogo violenti contrazioni. L'elettricità suscita per la maggior parte del tempo la contrazione muscolare, quando altri stimoli hanno cessato di operare su di essi.

La durata della facoltà contrattile vivente nei muscoli separati dal corpo varia secondo le classi degli animali ed i muscoli stessi. Questa facoltà si estingue piuttosto negli animali a sangue caldo, i mammali e gli uccelli, che in quelli a sangue freddo, i rettili, i pesci, i crostacei, gl'insetti, i molluschi, ed i vermini, nei quali sovente persiste più ore. Tra i varii muscoli di un animale, la contrattilità sussiste generalmente più a lungo nel cuore, nel canale alimentare, nel diaframma che nei muscoli attaccati allo scheletro. La durata di questa proprietà varia ancora in ragione dell'età e degli stati della vita degli animali, non che in ragione delle stagioni, della temperatura, e di molte altre influenze che operano sugli animali, e modificano la loro condizione vitale. I muscoli degli animali giovani si contraggono più a lungo che quelli dei vecchi, quando vengano irritati. Gli animali spossati dalla fame perdono la loro facoltà contrattile più presto di quelli che sono ben nutriti e nel pieno esercizio delle loro forze. Quando un animale è morto in gas irrespirabili, nell'acido carbonico, nell'azoto, nel gas ossido di carbonico, nel vapore di zolfo ec., i suoi muscoli si contraggono debolmente o non eseguiscono contrazioni quando sieno dopo irritati. Certi veleni abbattono affatto la contrattilità muscolare. La durata di questa facoltà è cangiata del pari da un gran numero d'influenze che operano ancora sui muscoli separati dal corpo. Essa persiste per più lungo tempo nell'aria mediocremente calda che in quella che è assai calda o fredda. I muscoli restano più lungo tempo contrattili nell'aria atmosferica e nel gas ossigeno che nei gas irrespirabili. Gli alcali caustici, gli acidi concentrati, le sostanze narcotiche, le forti scariche elettriche che fansi operare sui muscoli o sui loro nervi, annullano prontissimamente in essi la forza di contrarsi quando s'irritano. Così la persistenza della contrattilità muscolare varia molto in ragione delle diverse circostanze.

Questi fenomeni vitali dei muscoli separati dal corpo debbono essere considerati come le conseguenze di particolari condizioni di organizzazione e di composizione dalle quali dipende la contrattilità muscolare, e che persistono ancora per

lungo tempo. Haller ed i suoi discepoli hanno addotto come pruova principale della loro dottrina, che i muscoli son dotati di una forza speciale indipendente dal resto del corpo e dal sistema nervoso. In ciò essi partono da una asserzione sfornita di ogni pruova, cioè che i nervi i quali non sono connessi coll'intero sistema nervoso, specialmente col cervello e colla midolla allungata, perdono subito la loro proprietà vitale di mostrarsi impressionabili colle eccitazioni. Nondimeno egli è verosimile che i nervi i quali entrano nella composizione dei muscoli conservino la loro impressionabilità per qualche tempo, al pari che le fibre muscolari la loro contrattilità; lo stesso ha luogo nei muscoli separati dal corpo, dove gli stimoli operano mediante i nervi sulle fibre muscolari che le determinano egualmente a contrarsi. Un'altra circostanza ancora ci autorizza a conchiudere che l'impressionabilità sussiste nei nervi che si distribuiscono nei muscoli dopo che sono tagliati o separati dal corpo. Basta una semplice puntura o stimolo per via di agenti chimici fatta su questi cordoni per determinare delle convulsioni nei muscoli. Si può addurre ancora l'azione delle sostanze narcotiche e di moltissimi veleni che abbattono il potere dei nervi. Se si tuffino in una soluzione di oppio o di acido idrocianico i nervi messi a nudo nei muscoli separati dal corpo di un animale vivo e che godano tuttora grande irritabilità, è poscia impossibile che qualunque irritazione si ererciti immediatamente sui muscoli produca in essi dei convellimenti. Noi dobbiamo dunque ammettere che le convulsioni le quali osservansi nei muscoli separati dal corpo sono effettuate dalla persistenza durevole, tanto della contrattilità delle fibre muscolari, che dell'impressionabilità dei nervi i quali si distribuiscono nei muscoli.

Proseguendo lo studio del movimento muscolare, ci troviamo nelle seguenti questioni: da che dipende la proprietà che hanno i muscoli di contrarsi quando vengono irritati, ovvero qual è la cagione della contrattilità muscolare? Quali sono gl'intimi cangiamenti che hanno luogo nei muscoli nella loro contrazione e come operano in tal caso l'eccitazioni? Malgrado gli sforzi moltiplicati di valenti fisiologi e le numerose ipotesi che si sono immaginate, siffatte quistioni non si sono ancora risolute. In questo luogo in cui il mio scopo è soltanto di esaminare in generale le manifestazioni della vita nei muscoli, non posso permettermi la esposizione di tali ipotesi e discuterle, ciò che farò trattando della contrattilità muscolare nell'uomo. Mi limiterò a far rilevare l'opinione in favore della quale si riuniscono maggiori fatti e che io risguardo come la più verosimile.

La proprietà di contrarsi posseduta da muscoli mercè gli stimoli, dipende senza dubbio immediatamente dalla costituzione materiale particolare delle fibre muscolari viventi, dalla loro chimica composizione e dalla loro organizzazione, condizioni nelle quali la nutrizione le mantiene al pari del rimanente del corpo di cui esse fan parte. In appoggio di una intima connessione tra lo stato materiale dei muscoli e la loro proprietà contrattile può addursi, che tutte le influenze che modificano la loro intima composizione chimica e la loro organizzazione apportano ancora dei cangiamenti negli effetti della loro contrattilità.

Ogni contrazione di un muscolo suppone una eccitazione, che sembra produrre dapprima una manifestazione di attività nei suoi nervi, e che determina nella sostanza muscolare vivente un cangiamento di cui una contrazione è la conseguenza. La sola idea esatta che nello stato attuale delle nostre conoscenze noi possiamo formarci de'fenomeni della vita nei muscoli, si è che il cangiamento che ha luogo nel muscolo irritato è accompagnato da un ravvicinamento che differisce nei suoi fenomeni e nelle sue cause, da tutte le altre specie di attrazione, come quelle che manifestansi nelle materie inorganiche e prive di vita. La grande energia colla quale si contraggono i muscoli irritati ed il peso che possono sollevare in questo stato, mentre che dopo morte un fardello poco notevole gli squarcia facilmente, danno probabilità che il raccorciamento delle fibre al momento in cui esse operano sia la conseguenza di un aumento di coesione, di densità di attrazione delle particelle che le costituiscono

Sebbene sia provato che il sistema nervoso produca le stimolazioni eccitatrici della contrazione dei muscoli sottoposti al dominio della volontà, e che vi sieno ragioni plausibili per ammettere che quelle dei muscoli sottratti alla volontà operassero del pari mediante i nervi, pure ignorasi ancora come e per quale agente i nervi modificano le fibre muscolari e le fanno contrarre. Non si conosce se i nervi allorchè per la loro influenza provocano un cangiamento nelle stesse, depositano

nelle fibre muscolari qualche particolare materia, ponderabile o imponderabile, o se il cangiamento seguito della contrazione si operi per una scambievole reazione dei nervi e della sostanza muscolare nutrita. Egli è verosimile che i nervi forniscano un agente imponderabile alla sostanza muscolare, o forse che essi determinano sui muscoli una scarica elettrica, per la quale producesi il cangiamento necessario alla contrazione. Se noi non conosciamo la maniera di operare dei nervi sui muscoli, non sappiamo di vantaggio quali sieno i mutamenti che avvengono in questi ultimi organi quando essi si contraggono. Può presumersi o che la fibrina che forma la base delle fibre muscolari sia messa dall'influenza nervosa in stato di maggior densità o che forse una materia coagulabile, l'albumina, passi dal sangue in queste fibre e vi si coaguli. In appoggio di queste ipotesi può addursi che il sangue quando si coagula, offre fenomeni di ravvicinamento e di condensamento delle sue parti coagulabili, e che molte influenze che determinano il coagulamento di questo liquido rassomigliano all'eccitazioni che provocano delle contrazioni nei muscoli vivi. Ma come i muscoli che si contraggono ritornano allo stato di estensione dopo l'allontanamento dello stimolo, fa d'uopo che nella loro materiale composizione abbia luogo ancora un novello mutamento opposto a quello che ha determinato la contrazione, e che faccia cessare lo stato provocato dall'influenza eccitatrice di questa ultima. Or su questo appunto regna profonda oscurità.

Dall'esposto risulta che col nome di forza muscolare intendiamo la ignota cagione di fenomeni conosciuti, causa inerente allo stato materiale particolare dei muscoli vivi e nutriti. La persistenza di questa forza dipende non solo dagli atti della nutrizione per li quali i muscoli si mantengono a spese del liquido nutritivo nelle loro speciali condizioni di composizione e di organizzazione, ma bensì dall'influenza nervosa che loro comunica l'attitudine ad esser cangiati e messi in moto dall'eccitazioni.

La grande maggioranza dei movimenti degli animali tanto quelli dell'intero corpo e delle membra che quelli degli organi interni e dei liquidi contenuti in cavità, son prodotti da muscoli. Sebbene eccitandoli questi si contraggano e si raccorcino, pure il meccanismo pel quale si opera il movimento varia in ragione della loro configurazione e del modo loro di applicazione.

Tiedemann.

I muscoli in masse spesse, i cui fasci descrivono linee diritte le une a fianco ed al di sopra delle altre, sono per la maggior parte del tempo in connessione con parti solide, diversamente conformate ed articolate insieme in modo da potersi muovere come tante leve. Talvolta i muscoli sono applicati all'esterno di queste parti, come si ravvisa nelle ossa dei mammali, degli uccelli, dei rettili, e dei pesci; talvolta come nei crostacei e negl'insetti son situati dietro parti calcaree, cornee e cave, talvolta infine essi s'inseriscono sopra conchiglie terree come nei molluschi bivalvi e moltivalvi. Si distingue in questi muscoli una testa, una parte media o corpo, ed una coda. La testa e la coda sono sempre fissate a due o più parti ossee calcari o cornee, differenti, mentre che il corpo passa per sopra di una o più articolazioni. Quando un muscolo di tal sorta si contrae per una eccitazione volontaria mediante il suo nervo, la testa e la coda si avvicinano l'una all'altra, e le parti mobili nelle quali sono attaccati si muovono del pari l'una verso l'altra, se esse rappresentano masse eguali.

Ma se la parte dalla quale un muscolo trae la sua origine è fissa ed immobile, o se essa ha una massa superiore a quella della parte sulla quale il muscolo termina, questa ultima durante la contrazione portasi verso l'altra che è meno mobile o immobile. In questo caso la parte dalla quale nasce il muscolo è chiamata *punto fisso*, e quella in cui va a terminare, *punto mobile*.

Altri muscoli hanno la loro origine da parti solide o ossee, e si attaccano a delle parti molli e mobili, come quelli delle labbra, del velo palatino, della faringe, della lingua, dell'esterno del naso, dell' orecchio esterno, del globo dell'occhio e degli organi genitali. Allorchè somiglianti muscoli si contraggono, le parti molli che sono mobili si ravvicinano alle parti dure che non lo sono.

Tutti questi muscoli sono in antagonismo gli uni cogli altri, cioè che quando ve ne ha uno la cui contrazione effettua il movimento di un membro da una parte in un senso, ve ne ha un altro che mercè la sua contrazione muove il membro in direzione contraria. I muscoli antagonisti si comportano in senso contrario l'uno coll'altro in relazione della loro attività. Allorchè un muscolo si contrae coll'influenza della volontà, il suo antagonista è in rilasciamento ed in distensione. I movimenti degli animali e delle loro mem-

bra sono tanto più svariati e complicati per quanto più grande è il numero delle articolazioni, e la forma di queste le rende più mobili in senso diverso, e che il numero dei muscoli antagonisti è più notevole.

I movimenti sono in altro modo prodotti nei muscoli cavi ed in quelli situati sulla membrana interna del sistema vascolare, non che sulle membrane muccose. Tra questi muscoli alcuni come il cuore risultano dall'insieme di molti strati di fibre carnose che dirigonsi e s'intralciano per lungo, trasversalmente ed obliquamente; altri son formati da uno strato di fibre longitudinali e circolari come la membrana muscolosa del sacco alimentare, della vescica, degli ovidutti e delle vescichette seminali. Quando questi muscoli entrano in azione, le contrazioni hanno luogo in ogni direzione delle loro fibre costituenti, e l'organo cavo diviene più breve nel tempo stesso che diminuisce il suo diametro trasversale. Una conseguenza di siffatta contrazione si è che il vuoto interno scompare ed il liquido che ne riempie la cavità, od ogni altra sostanza che vi si contiene, è menata fuori. Dopo questa espulsione, quando per conseguente lo stimolo che determinava la contrazione non più esiste, gli strati muscolari ritornano allo stato di estensione, e la loro cavità riempiesi di nuovo. Siffatti muscoli nella loro disposizione non offrono antagonismo analogo a quello che osservasi nei muscoli che muovonsi coll'influenza della volontà.

Egli rimane ancora a conoscersi l'importanza nell'economia animale dei movimenti effettuati dai muscoli, ed a mostrarsi fino a qual punto la persistenza della vita, negli animali, dipende dal movimento muscolare. Le parti muscolose che la forza plastica produce in un certo ordine successivo nell'animale nascente, e che sono dotate di una facoltà contrattile viva di natura particolare, per i movimenti che esse effettuano, esercitano una influenza necessaria sulla conservazione della vita. Da principio siffatti movimenti sono importanti per le funzioni nutritive, digestione, respirazione, circolazione, nutrizione stessa e per la secrezione. Coll'ajuto dei muscoli che guarniscono la loro bocca e le loro mascelle, gli animali prendono i loro alimenti e gli sminuzzano quando essi formano masse solide. Vi sono dei muscoli che effettuano la deglutizione e la progressione delle materie alimentari nel sacco digestivo. Il bisogno di alimentarsi che manifestasi nel sistema nervoso, da primitivamente la spinta a questi movimenti: sebbene più tardi essi possano ancora esser prodotti a volontà. Gli alimenti giunti nel canale alimentare vi eccitano la separazione dei sughi digestivi e provocano il movimento vermicolare dello stomaco e del canale intestinale, ciò che fa si che dopo essersi mescolati con i sughi digestivi che esercitano su di essi un'azione sciogliente, essi son messi in movimento verso la superficie assorbente del sacco alimentare. Vi sono ancora le intestina che espellono i residui non digeriti degli alimenti in forma di escrementi. Così la digestione e la chilificazione, queste funzioni indispensabili alla conservazione della vita, dipendono dal moto muscolare. La conversione in sangue del chilo assorbito nel tubo intestinale è sottoposta alla respirazione. Questa nella maggior parte degli animali è accompagnata da movimenti muscolari che rinnovano i mezzi respiratorj nei polmoni, nelle trachee e nei dintorni delle branchie. Gli stimoli che pongono in giuoco i muscoli degli organi della respirazione si generano in un modo automatico nel sistema nervoso. Nullameno gli animali possono anche a volontà accelerare o rallentare i movimenti respiratorj a seconda dei loro bisogni. Come la respirazione, questo atto necessario alla conservazione della vita è accompagnato da movimenti muscolari nella maggior parte degli animali; il mantenimento della vita sembra dunque avere anche da questa parte siffatti movimenti per condizioni.

Il moto del sangue nelle ramificazioni del sistema vascolare è principalmente determinato, in tutti gli animali provveduti di cuore, dalla contrazione, dall'espansione delle pareti muscolose di quest'organo. Le cavità del cuore nel dilatarsi ricevono il sangue dai tronchi venosi, e questo liquido produce su di essi uno stimolo che le fa contrarre: fenomeno il cui risultamento è il passaggio del sangue nelle arterie. Il cuore che durante la vita esercita continui movimenti e soggetti a ritmo è una delle condizioni del mantenimento della vita, poichè esso manda a tutti gli organi il liquido necessario alla nutrizione, e nel quale questi organi medesimi prendono i materiali necessari alla conservazione della loro organizzazione e della loro proprietà vitale. La separazione degli umori dal sangue negli organi secretori suppone ancora l'afflusso del sangue verso questi organi determinato dai movimenti del cuore. Oltracciò il cuore riconduce agli

organi respiratorj il sangue venoso mescolato al chilo ed alla linfa, affinchè ivi sia di nuovo convertito in umore nutritivo. Da ciò deriva che il mantenimento della vita degli animali dipende dai movimenti del cuore muscoloso.

Dietro siffatti ragguagli chiaro apparisce che il movimento muscolare indispensabilmente prende parte nella conservazione della vita negli animali muniti di muscoli, poichè senza lo stesso le funzioni nutritive non si effettuirebbero.

Gli animali si muovono spontaneamente e liberamente nei mezzi nei quali abitano. Questi stessi che, come le ostriche, le lepadi, le balene, vivono fisse al fondo del mare sopra scogli o altri corpi, e che sono in verità impossibilitate a cangiar sito, hanno nondimeno la facoltà di eseguire dei movimenti del loro corpo in diverse direzioni: cangiamenti che si producono e cessano per la loro propria attività. Per movimenti consimili noi siamo abituati a dire che un corpo organizzato è un animale. La maggior parte degli animali son provveduti di organi speciali pel movimento, consistenti in muscoli che talvolta si attaccano ai comuni tegumenti, alla pelle, come in certe meduse, nei raggiati, negli anelidi, e nella maggior parte dei molluschi, tal fiata attaccansi a parti cornee e calcaree confuse ed articolate colla pelle, come negli insetti, negli aracnei, nei crostacei; da ultimo talvolta sono attaccati alle ossa nascoste nell'interno del corpo e mobili nelle articolazioni, come nei pesci, nei rettili, negli uccelli e nei mammali. L'anatomia comparata c'insegna che la struttura degli organi locomotorj a seconda delle classi, ordini, generi e specie, presenta infinite varietà nella sua disposizione, ed il meccanismo annesso al movimento corrisponde in modo ammirevole alla costituzione fisica dei mezzi nei quali gli animali vivono. Ed è perciò che la forza plastica produce e mantiene la disposizione armonica degli organi motori nei diversi animali.

Ciascun movimento effettuato dagli animali, la stazione, il camminare, la corsa, il salto, lo strisciarsi, l'arrampicarsi, il fuggire, il volare, il nuotare suppone una struttura particolare, ed una disposizione meccanica speciale degli organi locomotori, della quale Borelli, Mayow, Barthez, hanno sottoposto gli effetti a profondo studio ed a calcolo matematico. Siffatti movimenti, la cui analisi nasce dallo scopo delle generali riflessioni, delle quali io tratto al presente, sono importantissime per la conservazione della vita degli animali. Col loro ajuto questi si procurano le condizioni necessarie alla loro esistenza, ricercano i loro alimenti, e se ne rendono padroni. Mercè gli stessi si mantengono nelle circostanze che rendono possibile il prolungamento della vita, evitando le influenze e le impressioni che affettano il loro sistema nervoso in un modo spiacevole e doloroso, o pongono la loro esistenza in pericolo, resistendo alle aggressioni dei loro nemici e procurandosi le cose idonee a farli sussistere. Da ultimo mercè le stesse gli animali reagiscono sugli agenti esterni e li modificano a seconda dei loro bisogni.

Oltracciò osservasi negli organi sensori della maggior parte degli animali movimenti effettuati da muscoli destinati a favorire il ricevimento delle impressioni, ovvero allontanarle e rifiutarle. Mercè i movimenti muscolari molti animali sono ancora nella posizione di produrre nell'aria, durante la espirazione, dei cangiamenti dai quali nascono vari toni, dei quali essi si servono per comunicarsi a vicenda i loro stati intellettuali e morali.

Tutti questi movimenti sono importanti per più riguardi alla conservazione della vita degl'individui. Ma ve ne sono altri ancora effettuati parimente da muscoli, che sono necessarj a quella della specie. Qui si riferiscono i movimenti che accompagnano l'esercizio delle funzioni sessuali. In tutti gli animali nei quali questi organi son devoluti a differenti individui, il ravvicinamento di essi, che suppone la locomozione, è necessario ad effettuare l'atto della generazione. Bisogna che gli organi generatori sieno messi a contatto l'uno coll'altro per via di movimenti. Sono questi movimenti che durante l'atto della copula producono nelle parti genitali i cangiamenti in conseguenza dei quali gli umori generatorj si spargono fuori i loro serbatoj. L'uscita dello sperma fuori i condotti seminiferi, la progressione negli ovidutti degli ovicini distaccati dall'ovaja, il nidificare ed il partorire sono effettuati da movimenti muscolari. I ricettacoli che gli animali fabbricano per depositarvi le uova, i nidi, le costruzioni ed i diversi tessuti necessarj alla maturazione dei germi sono parimente eseguiti da moti muscolari.

II. *Movimenti prodotti dal tessuto cellulare e da altri tessuti.*

Non tutti i movimenti degli animali sono prodotti dai muscoli. Vi sono moltissi-

mi animali composti soltanto di tessuto muccoso o celluloso nei quali non si possono scoprire mercè il microscopio nè fibre muscolari nè altre a queste analoghe, e che anche si muovono. Tali sono gl'infusorj, i polipi, la maggior parte dei raggiati, ed alcuni entozoi. Gli stessi animali più complicati offrono dei movimenti nel loro tessuto cellulare, nelle membrane formate da questo tessuto e nei diversi altri tessuti non muscolari. Esaminiamo dapprima i movimenti degli animali gelatinosi, dopo di che faremo rilevare quelli dei tessuti degli animali superiori che non sono di natura muscolare.

I più semplici tra gl'infusorj, le monadi *(monas termo, atomus, punctum)* che rappresentano soltanto piccoli globetti rotondi, si muovono vivacemente nell'acqua in diverse direzioni. Wrisberg, O. F. Mueller, Spallanzani, Schranck, ed altri non hanno osservato in essi durante questi movimenti nè cangiamenti di forma, nè contrazione o espansione di sostanza. I volvoci *(volvox globator, punctum, conflictor, granulum, socialis, globulus ec.)*, eseguiscono ancora dei movimenti diversi; essi nuotano, si voltano sul loro asse, fanno il capitombolo scansandosi gli uni cogli altri. Frattanto non si è osservato contrazione nè distensione in essi; ma Muller ha veduto muovere i piccoli globetti dai quali essi sono composti.

Gl'infusorj piatti, *i ciclidi, i paramesi, i colpodi, i gonii* strisciano per la maggior parte lentamente in linea retta, movimento che essi effettuano girandosi talvolta da un lato, talvolta dall'altro, distendendosi e raccorciandosi, e soffrendo cangiamenti nella loro configurazione. Ciò osservasi distintissimamente massime negli infusorj che Muller riferisce al genere *protea*, e che mostransi talvolta rotondi, tal fiata angolosi. In essi le contrazioni e l'espansioni sembrano aver luogo nelle diverse parti del corpo. Tra gl'infusorj cilindrici e filiformi alcuni girano al fondo dell'acqua mercè contrazioni ed espansioni alternative del loro corpo, come gli *enchelis (e. gliscens, deses, punctifera)*, ed alcuni vibrioni *(vibrio vermicularis, truncatus, tripunctatus)*; gli altri nuotano per ondulazioni col loro corpo, come i *trachelius* ed alcuni vibrioni *(vibrio lineola, fluviatilis, serpentulus, aceti)*. I movimenti degl'infusorj piatti e dei cilindrici veggonsi simultaneamente nelle cercarie *(cercaria inquieta, lemna, ephemera, minuta)* secondo le osservazioni di Nitzsch. La parte più spessa del corpo di questi animali, la cui faccia inferiore presenta uno scacciatojo, loro serve a girare, ed essi nuotano mediante le ondulazioni della loro coda.

I rotiferi, che sono del pari composti di tessuto cellulare, il cui corpo ovale è guarnito anteriormente da una parte sormontata di appendici o di frange, nuotano agitando queste appendici vivacissimamente. Non è provato affatto che questi movimenti sieno prodotti da fibre muscolari, come opina Dutrochet.

I polipi, composti di una massa membranosa molle e gelatiniforme, nella quale non si può osservare mediante il microscopio che piccoli grani o globetti senza fibre muscolari, muovonsi con maggiore o minore vivacità.

Le idre si fissano ai corpi bagnati da acqua, pietre, piante, cumuli di conchiglie, mediante un disco succiatore attaccato al loro peduncolo. Il loro corpo è mobile al pari delle loro braccia filiformi. Il primo si allunga, si raccorcia, e può curvarsi da tutti i lati. Le braccia possono essere allungate, ritratte e mosse in ogni direzione: e mediante le stesse le idre prendono i piccioli animali per nutrirsene, portandoli alla loro bocca. Dietro le osservazioni di Trembley, Roesel, Schaefer ed altri, questi polipi possono cangiar sito, lo che essi effettuano fissando le loro braccia sopra i corpi vicini, allungando il loro pedicello, e riattaccandolo a nuovi corpi. Qualche volta essi vanno in balia dell' acqua. Le *cristatelle* si comportano nella stessa guisa.

Altri polipi che rassomigliano alle idre per la struttura e che aderiscono ai corpi immersi nell'acqua dolce o nel mare non sono capaci di locomozione. Tali sono quelli riuniti per un tubo molle contrattile il quale talvolta è nullo, come nei generi *vorticelle* e *corine*, talvolta coperto di un corneo inviluppo, come nel genere *sertularia e tubularia*. In questi i movimenti si limitano in gran parte ai tentacoli che circondano la bocca. Nulladimeno il corpo può ancora raccorciarsi e distendersi; esso può parimente, nella maggior parte delle sertularie, rientrare nella vagina cornea ed uscirne, secondo le osservazioni di Cavolini. I polipi dei generi *lobularia, athelia, xenia* ed *amothea*, i quali hanno tentacoli cigliosi ed aderiscono ad un tubo comune, non sono capaci di cambiar sito. I loro movimenti consistono in contrazioni ed espansioni del corpo, e dei tentacoli. La locomozione non appartiene egualmente alle *tubipore* che

secondo le ricerche di Quoy e Gaimard abitano in tubi calcarei con i quali esse sono unite per via di una membrana contrattile. Secondo le osservazioni dei citati due naturalisti e di Rapp vi sono anche *polipi* e *madrepore* le quali son fissate negl'incavi a forma di stelle del polipaio calcareo. Questi polipi muovono i loro tentacoli, escono dalle fosse del polipaio e vi rientrano.

I polipi che formano i coralli ramificati calcarei o cornei aderenti alli scogli, i generi *corallium, isis, gorgonia* ed altri sono sparsi in una crosta spessa che riveste l'asse comune del polipaio. Tra questa crosta e l'asse si rinviene un sottile strato munito di vasi, mediante il quale i polipi sono riuniti gli uni cogli altri. Questi animali sono provveduti di otto tentacoli cigliosi e suscettibili di effettuare vivi movimenti. Essi possono uscire dal guscio e rimettervisi.

Le penne di mare (*pennatula, scirpearia, pavonaria, renila, veretillum, umbellaria*) rappresentano l'insieme di più polipi ad otto tentacoli cigliosi impiantati sopra un asse simmetrico comune, e che sono esteriormente riuniti per via di una membrana contrattile, ed internamente da un peduncolo calcareo. Questi animali non son fissati ai corpi marini, ma hanno solamente il loro piede immesso nell'arena. Ciascun polipo può muovere i suoi tentacoli isolatamente dagli altri. Frattanto è degno di osservarsi che un irritazione fatta sopra uno di essi si propaga facilmente agli altri, poichè, secondo le osservazioni di Bohadsch, basta toccarne un solo perchè tutti i polipi sono organi o parti del medesimo individuo, come Pallas, Cavolini, Olivi, Cuvier e Schweigger sostengono. Ma in verun modo è provato che essi nuotano per movimenti simultanei delle loro braccia servendosene in certo modo come remi, siccome taluni naturalisti han preteso.

Gli acalefi che sono formati da una sostanza gelatinosa molle e facile a liquefarsi in acqua, effettuano movimenti molto energici. Tutti nuotano liberamente nel mare. Gli acalefi *discofori* o meduse, gli animali dei generi *cassiopea, rhizostoma, cephea, medusa, cyanea, pelagia, ephyra, aequorea ec.* muovonsi mediante il disco più o meno curvato a campana che rappresenta la massa principale del loro corpo. Mercè una pronta contrazione di questo disco, e soprattutto per la rientratura del suo bordo inferiore al di sotto ed al davanti, l'animale poggia sulla massa di acqua contenuta nell'escavazione, ciò che lo fa andare in avanti. Come una medusa che se ne sta quieta sull'acqua cade a fondo di questa, così dei movimenti ripetuti del disco sono necessarii per mantenere il corpo a certa altezza nel liquido, e gli stessi non sono operati che per la contrazione del tessuto cellulare. Le fibre muscolari che Gaede credea aver osservato nel disco delle meduse non esistono giusta le ricerche di Schweigger, Rosental, Eschholtz ec. (1).

Gli animali dell'ordine *acalefi ctenofori*, quelli del genere *cestum, cydippe, callianira, eucharis, mnemia, beroe, medea, pandora* ec. nuotano mercè i movimenti di piccoli organi foliacei situati gli uni sopra gli altri, formano dirette serie lungo il corpo ed operano come natatoie.

Gli *acalefi sifonofori*, come i generi *endoxia, physalia, rhizophysa, physsophora* ec. nuotano mediante prolungamenti membranosi del loro corpo formanti vuote superficie. Quando siffatti prolungamenti contraggonsi, l'acqua viene scacciata dalle cavità, e l'animale è respinto indietro. In molti animali di quest'ordine, come nei generi *rotaria, velella* e *porpita*, esistono delle vesciche piene di aria (2) che contribuiscono alla natazione.

La maggior parte degli *acalefi* sono muniti ancora di tentacoli più o meno lunghi, variamente configurati, cavi, pieni di liquido, estensibilissimi ed assai contrattili.

Siffatti tentacoli per la maggior parte del tempo comunicano con vasi o vesciche situate nell'interno del corpo. Nelle pareti delle vesciche e dei tentacoli di alcuni *acalefi* osservansi delle fibre muscolari disposte circolarmente e longitudinalmente. Allorchè le vesciche si contraggo-

(1) *Nella faccia inferiore del cappello del* rizostomo di Aldrovando *il lodato delle Chiaie ha osservato linee moltiplici rilevate circolari rappresentanti i primi stami della fibra muscolare degli animali senza vertebre.* Il Trad.

(2) *La scoperta del* sistema idropneumatico *fatta da delle Chiaie e confermata da tutti gli zootomisti, rischiara non poco l'argomento in disamina negli animali marini privi di vertebre.* Il Trad.

no, il liquido è spinto nei tentacoli vuoti che si dilatano e si raddrizzano. Al contrario qualora sono i tentacoli che si contraggono, il liquido rientra nelle vesciche e le appendici esterne si raccorciano. I tentacoli servono agli animali per assorbire i loro alimenti.

Tra gli entozoi la maggior parte, dei quali come *i nematoidi, gli acantocefali ed i cestoidi* si muovono mediante fibre muscolari applicate per lungo e per traverso alla interna superficie della pelle; ve ne sono alcuni nei quali non si è potuto scoprire tali fibre, ed il cui corpo è formato di un tessuto mucoso contrattile analogo alla gelatina dei zoofiti. Secondo le osservazioni di Rudolphi tali sono i *nematoidi*, gli animali del genere *distoma, amphiostoma*, gli *scolex* tra i *cestoidi* e gli *echinococcus* tra i vescicolari. Dugès non ha osservato fibre muscolari nelle planarie che molto rassomigliano ai distomi per la forma esterna. Intanto questi animali hanno la facoltà di allungarsi e raccorciarsi, piegarsi e distendersi in varie direzioni: da ultimo di strisciare a guisa di lumache.

Similmente vediamo molti animali composti di semplice materia mucosa, i quali effettuano movimenti. È cosa degna di osservarsi che questi movimenti al pari di quelli dei muscoli, possono essere eccitati, cangiati o sospesi da influenze o eccitazioni esterne. Ciò è stato riconosciuto negli infusorii da O. F. Mueller, Wrisberg, Spallanzani e da altri. Questi animali si muovono vivacemente in moderato calore; ma al freddo i loro movimenti diventano più lenti e terminano coll'arrestarsi. Spallanzani ha osservato degli animaletti infusorii da lui esposti all'esalazioni di canfora muoversi più vivacemente e ritirarsi al fondo dell'acqua, allorchè l'emanazioni erano fortissime, i movimenti cessavano e gli animali perivano. Acidi, sali, alcool messi sugl'infusorii ne sospendevano parimente i movimenti, facendoli perire. Secondo le esperienze di Spallanzani lo stesso effetto ha luogo ancora quando si espongono gl'infusorii al vapore dell'essenza di trementina, al fumo di tabacco, al vapore di zolfo. Gruithuisen ha osservato che l'infusione di assafetida faceva estremamente agitare gli infusorii per molti minuti, che essi poco a poco si tranquillavano in seguito continuando a vivere. Una carica infusione della corteccia di castagno selvaggio produsse su detti animaletti il medesimo effetto.

Una infusione di tabacco di Spagna cangiò il loro ordinario movimento in una rapida rotazione sull'asse longitudinale loro, che non li permettea rimanere sempre fissi nel medesimo punto. Questo moto rotatorio cessava dopo quindici o venti minuti, e gli animali ricominciavano a nuotare in ogni direzione come prima. Una goccia di soluzione di canfora versata in una infusione piena di animaletti gli uccise tutti fra alcuni minuti, dopo averli fatti girare sopra essi medesimi. La tintura di oppio allungata gli stupefece facendoli fare il campitombolo. Il laudano gli produceva la morte in pochi secondi. Alcuni *rotiferi* vissero lungo tempo in una soluzione di oppio: essi furono presi da stupore, ma tosto rinvennero quando loro si diede acqua fresca. Gli acidi, il sal marino, le soluzioni alcaline, lo zucchero, lo sciroppo, l'alcool, le infusioni di noci di galla, uccidono celermente gl'infusorii.

Quando si fa passare una corrente elettrica attraverso una infusione, gli animaletti non periscono: ma essi vengono uccisi da una forte scintilla, come Saussure, Moscati e Spallanzani hanno osservato. Gruithuisen ha veduto gl'infusori arrestarsi nei loro movimenti dopo aver scaricato una bottiglia di Leyden in una infusione. Egli ha osservato ancora che questi animali periscono in delle gocce di acqua in mezzo alle quali erano situati i poli di una pila galvanica, massime quando essi si avvicinano dall'uno o dall'altro polo. Essi finivano di vivere saltando e facendo capitombolo. È un fatto conosciuto e provato da numerose esperienze che i movimenti dei polipi, delle meduse, degli entozoi di sopra indicati, e delle planarie possono essere eccitati dal calore, da stimoli meccanici e chimici di diverse specie, e dall'elettricità tanto ordinaria che galvanica.

Ma siccome questi animali si muovono spontaneamente, i loro movimenti non sono eccitati solo da esterne influenze, e la direzione di questi movimenti è regolata da essi stessi, bisogna che stimoli interni sieno egualmente valevoli a produrne. Frattanto in questi animali non si è riconosciuto sistema nervoso nè fibre muscolari. I fisici opinano che la sostanza nervosa vi si trovi ancora disseminata o fusa nel tessuto mucoso. Noi ignoriamo come sono in essi prodotte le stimolazioni eccitatrici dei movimenti.

Non si conoscono ancora i cangiamenti che hanno luogo nel tessuto mucoso

durante la produzione dei movimenti. Egli è verosimile che essi consistano in un condensamento ed aumento di coerenza operata dagli stimoli. Ma s'ignora come o perchè questo effetto può risultare da interne o esterne stimolazioni. Sembra che, nella contrazione del tessuto mucoso, un liquido che questo tessuto contiene, sia nella sua trama, sia in speciali condotti, si trovi spinto verso le parti non contratte, nelle quali esso determina una intumescenza che noi abbiamo avuto occasione di osservare in grado assai avanzato nelle braccia o tentacoli dei polipi e delle meduse. In queste e nelle attinie, che nulladimeno offrono fibre muscolari, si ritrova ancora un sistema vascolare pieno di liquido, comunicante con i tentacoli, come io l'ho discoperto nelle *asterie*, nei *ricci di mare*, e nelle *oloturie* e per mezzo del quale si effettuano il raddrizzamento e l'intumescenza dei piedi di questi animali (1). Le ricerche dei fisici nulla hanno ancora fatto rilevare intorno alla quistione se la proprietà contrattile del tessuto mucoso mediante uno stimolo sia identica in essenza colla contrattilità delle fibre muscolari degli altri animali, o se essa ne sia soltanto una modificazione, o infine se bisogna considerarla come forza particolare. Forse le stimolazioni eccitatrici dei movimenti producono negli atomi della massa del tessuto mucoso una condensazione simile a quella che l'influenza nervosa determina nei globetti della fibra muscolare degli altri animali. Certa cosa è che la contrattilità del tessuto mucoso si pone in giuoco mercè gli stimoli al pari della contrattilità muscolare, e che questi due fenomeni vitali sono affatto diversi dagli effetti dell'elettricità e di tutti gli altri movimenti meccanici.

I fisiologi hanno lungamente quistionato, se il tessuto cellulare che entra nella composizione di altri animali provveduti di muscoli sia dotato di facoltà vitale contrattile. Non si può sconvenire che il tessuto cellulare degli animali vivi abbia la proprietà di contrarsi e condensarsi, sebbene spesso lentamente ed in modo poco sensibile. Trovandosi esso nello stato di distendimento, è pieno di liquido; e la cagione che determina la sua espansione, è il liquido; eliminandosi, esso ritorna a poco a poco sopra sè stesso e riprende il posto che occupava prima. Esso offre ancora fenomeni di ristringimento nelle ferite. Si osserva parimente nelle membrane formate da tessuto cellulare, sierose, sinoviali e mucose, ma principalmente nei dutti escretorii delle glandole, i cui liquidi segregati cagionano il distendimento, e che dopo l'evacuazione di tali umori ritornano sopra essi medesimi e diminuiscono di calibro. I fenomeni della contrazione non son meno manifesti nel tessuto cutaneo. Si osservano ancora nelle pareti delle arterie, delle vene e dei linfatici: il diametro di questi vasi dipende dal grado in cui essi son ripieni di liquidi; se questi sono evacuati durante la vita, i canali si restringono e si contraggono; quando si tagliano attraverso, le due estremità si allontanano in senso opposto con forza maggiore che dopo la morte. Questi fenomeni di contrazione che osservansi in moltissimi tessuti non muscolosi, sono stati da alcuni fisiologi risguardati come puri effetti di elasticità. Ma la loro scomparsa, al momento della morte o appena dopo, prova che non si debbano riferire a simigliante cagione. Altri fisiologi hanno osservato in essi effetti della contrattilità muscolare. A quest'altra ipotesi si obiettato che la contrazione non è determinata dagli stimoli medesimi che provocano quella dei muscoli vivi, e che la stessa non è accompagnata, come in quest'ultimo caso, da oscillazioni seguite da un estensione ben distinta. Molti fisiologi i quali distinguono i movimenti che osservansi in questi tessuti tanto dagli effetti dell'elasticità che dai movimenti prodotti dai muscoli, li risguardano come fenomeni vitali di specie particolare, dandogli il nome *di movimenti tonici*: essi chiamano *tono, tonicità* o *contrattilità organica insensibile* la forza che li produce. Esaminerò compiutamente questo punto di dottrina allorchè tratterò delle manifestazioni della vita

(1) *Sebbene l'illustre autore ed il chiarissimo nostro delle Chiaie avessero lavorato sull'anatomia degli echinodermi, l'uno ignorando i lavori dell'altro, pur tuttavia in molti punti si sono incontrati con differenti dissezioni; ma in varii articoli, come nell'attuale, vi è disparità. Il dottor Krohn allievo della scuola di Heildeberga ha qui verificato la non esistenza di questa speciale circolazione, la quale fa parte della generale, siccome delle Chiaie avea asserito.* Il Trad.

nell'uomo. Ciò che posso dire qui si è che il tessuto cellulare, le membrane che ne son formate, e le pareti delle arterie, delle vene, dei vasi linfatici, e dei dutti escretorii delle glandole sono parimente dotati di facoltà contrattile differente dall'elasticità. Questa asserzione ha in appoggio l'analogia, poichè per simile facoltà si muovono gli animali unicamente composti di tessuto mucoso (1).

III. *Movimenti dei globetti negli umori.*

I liquidi contenuti nei diversi spazii esistenti nel corpo degli animali sono principalmente spinti dalle pareti contrattili di questi spazii medesimi; nondimeno non si può negare un movimento proprio ai globetti stessi che li costituiscono. Dianzi ho fatto osservare che i globetti del sangue hanno la facoltà di muo-

(1) *È pur troppo importante al fisiologo conoscere addentro i fenomeni che si dicono movimenti, e per quanto è possibile indagarne le cagioni su di che tante ipotesi si sono stabilite. Ognun sa che i movimenti che sono manifestazioni di attività si compongono di contrazioni e di espansioni dei tessuti. Prescindendo dalla contrazione che tutti i tessuti possono più o meno manifestare dietro l'azione di stimoli interni o esterni, fisici o morali, posta la integrità della innervazione, intendiamo dir qualche cosa sul fenomeno espansione, determinarne la natura, e farne le convenevoli applicazioni ai casi morbosi. Uopo è sapersi che la espansione dei tessuti cui si è dato anche il nome di* turgore, *di* orgasmo *e che Hebenstreit ha chiamato* turgore vitale, *e Prus movimento staminale nome serbato dal celebre Dugès* (Traitè de physiologie de l'homme et des animaux, Paris 1838 a 39), *da taluni si è considerato come manifestazione passiva dei tessuti. Difatti così Bichat, Winterel, Callison, Wilson Philips hanno opinato. Questa opinione è affatto erronea e non solo è stata confutata da molti fisiologi e massime da Grimaud, Barthez, Chaussier e dal nostro illustre autore, ma bensì da molti altri fisiologi Tedeschi. Il lodato Dugès a preferenza ne fa rilevare la incongruenza. Egli fa osservare che tutto ciò che accresce l'energia dell'innervazione, eccita ed aumenta l'espansione. Così l'età giovanile, il calore esterno, la febbre, i patemi di animo fanno spandere e gonfiare i nostri tessuti, accrescono i movimenti dei vasi capillari, anzichè li rilasciano, come falsamente Hunter, Wilson Philips, Alison hanno preteso, riconoscendovi debolezza ed infievolimento.*

Da questi principj di sana fisiologia si possono dedurre molte verità che illustrano la patogenia di non pochi morbi e che la scuola medica italiana ha ben ponderati, determinati, verificati. Sulle prime si rileva e si spiega ubi stimulus ibi affluxus, *e che il sangue che accorre in qualche parte in caso* d'infiammazione, congestione, iperemia, turgore *fa da stimolo, onde si elevano le proprietà vitali delle parti, avendo luogo in esse l'orgasmo, l'eretismo; oppure che stimolati i solidi vi richiamano più sangue, e sorgono i medesimi fenomeni di morbosa attività. Non vi sono quindi infiammazioni atoniche, non vi sono congestioni passive, nè flussi passivi sieno sanguigni sieno muccosi o sierosi, poichè l'espansione dei tessuti morbosi non è effetto di debolezza, ma di turgore, orgasmo; ed anche se detti morbi sieno cronici e lenti, sono diversi di grado e non mai di essenza. Con questi fatti la scuola medica odierna elimina le passività dei tessuti in detti morbi. Taluni obiettano che tali congestioni ed afflussi cessano colla cura eccitante, mentre se fossero attivi dovrebbero accrescersi. Si risponde che cessano si, ma l'azione dei farmachi creduti eccitanti tale non è; i tannici, gli astringenti limitano la loro azione sui tessuti, deprimono lentamente e fanno così ritornare le parti nel pristino stato, senza eccitare ed accendere. Quindi gli stitici non sono tonici, ma deprimenti gli organi, i tessuti, gli apparecchi; e la patogenia positiva fa legittimamente ciò dedurre.*

La espansione medesima, quando è molto attiva nei tessuti, apporta l'oppressione delle forze, erroneamente presa per adinamia. Ciò è perchè la vita non si può manifestare. Infiammato un muscolo non fa moto, perchè se ne impedisce la funzione: lo stesso è caldo, teso, ma il suo tessuto non è debole. Sono questi i sani principj della scuola organico-dinamica sui quali ogni medico dovrebbe camminare, abbandonando il servaggio delle mal fondate massime dei patologi superficiali. Il Trad.

versi. C. Mayer recentissimamente col microscopio ha osservato i movimenti dei globetti nel sangue uscito dai vasi, massime in quello dei ranocchi, delle anguille, del *daphnia pulex*, del *gammarus pulex*, dell'*ostrea edulis* e del feto della pecora.

I corpicciuoli contenuti nello sperma dei maschi adulti, e che molti naturalisti hanno considerato come animali di specie particolare sotto il nome di animaletti spermatici si muovono del pari spontaneamente. Leuwenhoek, Hartsoeker, Valisnieri, Buffon, Ledermueller, Gleichen, Spallanzani, Bory de S. Vincent ed altri mercè il microscopio hanno osservato movimenti nelle molecole organiche contenute nel seme dei mammali, degli uccelli, dei rettili, dei pesci, dei molluschi e degl'insetti, e che variano a seconda delle specie sì per la forma come per la grandezza. Essi hanno osservato questo fenomeno e nello sperma ejaculato dall'animale ed in quello tratto da dutti e da serbatoi.

Le osservazioni fatte in ultimo luogo da Prevost e Dumas sul seme di diversi mammali, uccelli, rettili e molluschi provano che questi pretesi animaletti spermatici debbono essere anche considerati come parti integranti del seme maturo, che i globetti sanguigni lo sono quanto al sangue, e che essi eseguiscono movimenti spontanei. Needham, Buffon, Daubenton e Lieberkuhn pretendono aver osservato benanche alcuni corpicciuoli analoghi e mobili nel liquido contenuto nelle vescichette degli ovarj di alcuni animali.

I movimenti dei globetti contenuti nei liquidi formatori differiscono da quelli che osservansi nei tessuti e nelle parti solide in ciò, che essi non sono accompagnati da contrazioni e da espansioni manifeste; almeno gli osservatori nulla hanno visto finoggi. Sotto questo aspetto essi somigliano ai movimenti degl'infusorj più semplici, *le monadi ed i volvoci*, nei quali non si è osservato nè contrazioni nè espansione. Frattanto differiscono in ragione delle influenze o stimoli esterni che operano sopra essi. Questa cosa è provata almeno per i pretesi animaletti spermatici. Spallanzani ha osservato durare i loro movimenti più lungo tempo al calore che al freddo: quando una bassa temperatura gli avea fatto cessare, essi si rimettevano poscia mercè il calore: l'influenza della luce solare gli arrestava. Prevost e Dumas hanno notato che l'elettricità di una bottiglia di Leyden sospendeva i movimenti degli animaletti spermatici del ranocchio, e che il fluido galvanico non producea lo stesso effetto. Le esperienze non ancora hanno deciso la quistione se i movimenti dei globetti sanguigni sieno variabili in ragione dell'eccitazioni, ma è cosa probabile.

Forse devonsi annoverare fra siffatti movimenti benanche quelli delle uova o gemme di alcuni polipi e dei germi contenuti nelle uova dei molluschi. Grant ha osservato le gemme della *lobularia digitata*, che col microscopio assomigliavano a globetti trasparenti sui bordi circondati da una cintura di ciglia sottili, cangiar situazione e nuotare in tutti i sensi. Egli ha creduto anche marcare contrazioni durante la loro progressione. Ha osservato ancora che le uova si muovono nel corpo dei polipi. Movimenti analoghi sono stati osservati da lui nelle uova di altre specie di polipi, del *virgularia mirabilis, campanularia dichotoma, gorgonia verrucosa*. Swammerdam sezionando una *paludina vivipara* ha rinvenuto piccoli cerchi dei loro inviluppi che circolavano nell'acqua dell'amnios, sebbene come egli dice non fossero più grossi di una testa di spilla. Il circolo dei globetti gialli sul proprio asse nell'albume dell'uovo del *lymnaeus stagnalis* è stato osservato da Stiebel, Hugi e Carus. Il secondo ha veduto il giallo coll'embrione ch'era picciolissimo circolare sopra se stesso circa quaranta volte per minuto; Carus all'opposto non l'ha veduto circolare che sette in otto volte. Questo ultimo naturalista ha parimente osservato il girare dell'embrione nel torlo delle uova della *paludina vivipara*: egli ha visto una corrente di bianco verso punti determinati dell'embrione, e crede che il movimento derivi dall'attrazione e dalla repulsione di questo liquido. Da ultimo Leuwenhoek ha osservato un movimento circolatorio nell'interno delle membrane dell'uovo sui picciolissimi embrioni dei datteri di mare.

IV. *Movimenti di turgore.*

Oltre i movimenti operati dal restringimento delle parti contrattili, ve ne sono altri ancora nei quali gli umori sembrano occupare posto distinto. Questi sono appunto i moti di turgore. Secondo le osservazioni di Hebenstreit e di G. R. Treviranus consistono in una espansione e intumescenza di parti molli accompagnate da un accrescimento dell'afflusso del sangue, per l'eccitazioni che operano sugli organi. Non v'ha, per così dire, parte a-

nimale fornita di vasi, la quale non sia suscettibile a gonfiarsi quando venga stimolata. I movimenti di turgore sono, più che in altro luogo, manifesti negli organi genitali del maschio e della femmina, specialmente in quelli della copula, della verga, della clitoride e della vagina, durante l'estro venereo. Nondimeno le parti genitali interne, i testicoli, le ovaje, gli ovidutti e l'utero anche s'inturgidiscono. I vasi sono sempre turgidi di sangue durante la espansione; i capezzoli si rizzano quando si toccano e si strofinano. Negli uccelli gallinacei ed in certi altri veggonsi gonfiare le creste, caruncole e barbette, quando gli animali fanno copula o montano in collera. Le papille della lingua sono egualmente suscettibili di un certo turgore.

La pelle e le membrane interne sierose, mucose e sinoviali si gonfiano benanche allorchè sono irritate, e maggior quantità di sangue in tal caso si spande nelle loro reticelle vascolari. Se si frega la pelle o vi si applica una sostanza irritante il sangue affluisce copiosamente, ed essa diviene rossa, tumida, tesa. Il calore ed il freddo, massime quando si passa dall'uno all' altro rapidamente, determinano sempre un cangiamento nell'affluenza del sangue. Si porta anche maggior quantità di sangue nelle membrane mucose irritate. Questo fenomeno è ben sensibile nella membrana mucosa del tubo alimentare, che si fa rossa e tumida dietro l'eccitazione che vi producono gli alimenti ingollati. Se si ponga allo scoperto una membrana sierosa o sinoviale e si esponga all'aria ovvero si irriti in un modo sia meccanico, sia chimico, maggior quantità di sangue affluisce nelle sue reticelle vascolari; essa si arrossa intensamente e si gonfia. Simiglianti fenomeni osservansi nelle glandule che vengono stimolate. I muscoli, i nervi e le altre parti provviste di nervi si fanno tumide ancora mercè l'afflusso di una maggior quantità di sangue nei loro vasi, quando si pongano a nudo e vengano irritate.

Tutte le parti che nelle circostanze ordinarie sono suscettibili di turgore manifesto, come la verga, la clitoride, le parti genitali interne, le membrane ecc. hanno ciò di comune che entrano nella loro tessitura numerosi vasi sanguigni, intralciati a guisa di reticella, ed in mezzo ad esse si trovano nervi considerevoli. Niuna cosa conferma l'ammissione di un tessuto erettile speciale. Uno stimolo che parta dai nervi pare che sia sempre la cagione determinante l'intumescenza. Vi sono talvolta esterne eccitazioni, toccamenti, fregagioni, il calore, talfiata interne idee voluttuose o emozioni morali, la collera, la vergogna, che producono questo fenomeno. Nessun movimento di tal natura è provocato dalla volontà, come la contrazione di un muscolo sottoposto all'impero della medesima. Quando un organo suscettibile d'inturgidirsi viene stimolato da una delle influenze dianzi enumerate, maggior quantità di sangue si porta nei suoi vasi; esso si distende, si gonfia, si raddrizza e si tende in certa guisa. A poco a poco il turgore sparisce, il sangue si dilegua, la parte si appassisce, si affloscia, e riprende le sue dimensioni precedenti.

I fisiologi sono di diversa opinione intorno alla cagione dei fenomeni del turgore. Nondimeno sono di accordo nel pensare che lo stesso non può essere un effetto della spinta data al sangue dalla contrazione del cuore, allesochè quest'organo non fa che spingere in totalità il sangue a tutte le parti in modo uniforme con maggiore o minor rapidità, con più o meno forza, ma non potrebbe farlo affluire in maggior copia verso questa o quella parte che verso le altre. Alcuni fisiologi fan derivare la turgescenza da un raddoppiamento di movimento e di contrazione nei vasi, dietro eccitazioni fatte sugli organi, ciò che fa sì che giunga più sangue in questi. Tale non può esserne la cagione poichè una contrazione più energica dei vasi che avrebbe per risultamento il restringerli, dovrebbe piuttosto porre ostacolo all'afflusso del sangue. Altri attribuiscono ai vasi la proprietà di distendersi dietro le nervose eccitazioni in guisa che il sangue vi si spande in maggior copia. A siffatta ipotesi può obbiettarsi, che non si è osservata questa espansione attiva dei vasi, e che d'altronde non vi sono fenomeni che autorizzano ad opinare che le pareti contrattili degli spazii si distendono all'occasione di una eccitazione, giacchè ben lungi da ciò vediamo precisamente aver luogo il contrario in tutte le parti. Egli è dunque verosimile che l'eccitazioni le quali operano mediante i nervi, esercitano sul movimento del sangue stesso una influenza che lo determina a muoversi verso le parti, o che le nervose eccitazioni producono nei vasi degli organi stimolati uno stato che ha per conseguenza l'accrescimento dell'attrazione vitale che questi esercitano sul sangue.

V. *Movimenti di formazione e di nutrizione.*

In tutti gli animali vi sono movimenti che si connettono con i fenomeni della origine e della formazione degli organismi animali e delle loro parti, con quelli della nutrizione, dell'accrescimento, e del decrescimento, o con quelli infine del rinnovamento continuo dei materiali necessarj all'esercizio della vita. Questi movimenti non sono stati ancora finoggi riconosciuti in una maniera immediata per via dei sensi, ma noi dobbiamo ammettere la loro esistenza dai cambiamenti di consistenza e di composizione, dall'aumento e dalla diminuzione della massa, infine dai cangiamenti di struttura e di tessitura che gli animali offrono in generale ed in tutte le loro parti durante il corso della vita, fenomeni che non si possono concepire senza i continui movimenti interni della materia che li costituisce.

Le prime manifestazioni della vita, quando un animale nasce, sono accompagnate da movimenti nella materia del germe, giacchè le parti costituenti questa materia si riuniscono in una maniera determinata corrispondente alla specie che ha prodotto il germe, e rappresentano così una trama organica. I primi movimenti di questa fatta hanno luogo prima della formazione del sangue, dei vasi sanguigni, del cuore, dei muscoli e dei nervi, e non possono di conseguente essere effetto di tutti questi organi. Lungi da ciò, dobbiamo piuttosto considerare questi come prodotti dei movimenti di formazione. Una volta formati, essi contribuiscono per la parte loro allo sviluppamento ulteriore del germe in virtù delle facoltà vitali che loro sono state date dall'attività plastica. Ciascun tessuto, ciascun organo, ciascuno apparecchio di un corpo animale ha la sua maniera propria di nascere, e si sviluppa in determinate direzioni, ciò che suppone dei movimenti delle molecole nel lavoro di formazione. Questi movimenti non sono comunicati di fuori alla materia organica del germe che deve da sè medesima e per una attività spontanea effettuarli.

Non si può concepire senza movimenti l'accrescimento e l'ampliazione degli organi una volta formati, operazione nella quale essi attirano delle particelle del succo formatore che i vasi conducono ad essi, si combinano cogli stessi, e le fanno entrare nella loro tessitura e struttura. Tutte le parti animali soffrono oltracciò durante il loro esercizio dei cangiamenti nel loro volume, forma, composizione chimica e tessitura. Nel lavoro della nutrizione e durante il cangiamento che soffre il loro materiale, dei principj costituenti il succo nutritivo passano nella loro trama organica e vi si solidificano, mentrechè delle molecole di quest'ultima ritornano allo stato fluido.

I movimenti di formazione, come si è dimostrato di sopra, sono diversi da tutti quelli che si osservano nei corpi privi di vita, e non si possono spiegare per alcuna cagione meccanica o chimica. Ecco perchè noi gli abbiamo considerati come effetti di una forza organica speciale, la forza di formazione o di nutrizione. Noi abbiamo annoverato anche in questa categoria i movimenti che accompagnano la preparazione e la secrezione degli umori.

I movimenti dei quali è parola si effettuano nelle diverse specie di animali, in ciascuna parte ed in ciascun organo, con modificazioni speciali e determinate, che li mantengono in esercizio per certo tempo. In tutti gli animali complicati la prima spinta è data ai movimenti plastici mercè l'atto della generazione. Sebbene quest'atto traccia una speciale direzione ai loro effetti, pure essi dipendono anche da condizioni o influenze esterne, da certo grado di calore, dall'aria, dall'umidità, e da materie alimentari. Queste diverse circostanze possono anche modificarli, nella circoscrizione però di certi limiti. Così vediamo alcune parti che sono esposte ad una continua stimolazione presentare cangiamenti nella loro formazione e nutrizione. Tale è particolarmente il caso dei fenomeni dell'infiammazione che sviluppansi dietro meccaniche, chimiche ed altre irritazioni, tale è ancora quello di tante altre formazioni patologiche che si manifestano dietro irritazioni insolite. Si possono qui citare ancora i fenomeni plastici che succedono alle ferite.

I movimenti che accompagnano l'atto della formazione e della nutrizione degli animali in generale e nelle loro parti, sono la condizione di tutti gli altri movimenti visibili, della contrazione e della espansione dei muscoli irritati, dei fenomeni della contrattilità del tessuto cellulare e di altri tessuti non muscolosi, dei movimenti degli umori e di quelli di turgore, in quanto che le parti nelle quali questi si osservano sono prodotti della forza plastica, e conservano l'attitudine ai movimenti che loro son proprj tanto tempo per quanto esse sono nutrite, e la nutrizione le faccia conservare le loro proprietà vitali.

VI. *Movimenti dei nervi.*

Finalmente alcuni movimenti sembrano accompagnare anche le manifestazioni di attività dei nervi. Affinchè un oggetto esterno, che operando sull'estremità periferica di un nervo in un organo sensorio, eciti una sensazione, bisogna che il cangiamento prodotto nel nervo da quest'obietto sia trasmesso fino al cervello. Se la comunicazione immediata dell'organo sensitivo col cervello mediante i nervi sia interrotta, se i nervi sieno tagliati, legati compressi, l'eccitazione nell'organo del senso non produce sensazione alcuna. Dietro ciò egli è evidente che l'impressione fatta all'estremità periferica del nervo debba essere propagata fino al cervello. Ora questa trasmissione non è concepibile senza movimento nei nervi. Quando un nervo che si distribuisce in un muscolo è irritato, il muscolo si contrae. In questo caso fa d'uopo del pari che un cangiamento prodotto nel nervo dall'irritazione si propaghi dal punto irritato fino al muscolo, lo che non può aver luogo senza movimenti. E Darwin supponeva la membrana nervosa dell'occhio composta di fibre mobili determinate a contrarsi dalle eccitazioni, come fanno i muscoli irritati. Secondo lui gli altri nervi sono parimente composti di fibre mobili. Ma finoggi non si è potuto ancora osservare movimenti nei nervi stimolati, se non che in quelli dipendenti dalla contrattilità del tessuto cellulare. Nondimeno i fenomeni riferiti ci obbligano ad ammettere ancora movimenti nella sostanza nervosa, sia che questa sostanza stessa soffra qualche movimento, sia che una materia sottile, forse di natura imponderabile, si muova in forma di corrente. In breve senza cangiamenti di luogo, cioè senza movimenti, non possiamo formarci un'idea dell'azione dei nervi viventi.

CAPITOLO II.

Dei movimenti dei vegetabili.

Le piante effettuano ancora dei movimenti, e la motilità non può considerarsi come proprietà appartenente esclusivamente agli animali, come taluni naturalisti hanno opinato. In verità i vegetabili non mutano luogo a volontà al pari degli animali, poichè sono fissi nella terra mercè le loro radici, ma noi osserviamo in essi movimenti automatici che accompagnano la loro formazione, accrescimento e nutrizione. Oltracciò molte piante fanno movimenti periodici secondo le ore del giorno, come l'elevazione e l'abbassamento delle foglie, l'aprirsi e chiudersi dell'invogli dei fiori (1). In molte piante gli organi della generazione si muovono per ravvicinarsi l'uno all'altro. Da ultimo i fiori le foglie e gli organi della fruttificazione di alcuni vegetabili si muovono per esterne eccitazioni.

Esaminiamo più particolarmente i movimenti delle piante ed indichiamo le circostanze nelle quali essi hanno luogo.

I. *Movimenti delle tremelle, conferve ed oscillatorie.*

Dei movimenti sono stati osservati da molti naturalisti nelle tremelle, nelle conferve, e nelle oscillatorie (2). Adanson, Corti, Fontana, O. F. Mueller, J-A. Scherer, H-B. de Saussure, Collomb ed Olivier ne hanno notate in diverse specie di conferve e tremelle; Girod Chantran, Vaucher, Roth, G. R. Treviranus, Nees d'Esenbeck ed altri in questi vegetabili e nelle oscillatorie. Questo fenomeno indusse i citati fisici, Fontana, Saussure, Scherer e Girod-Chantran, ad annoverarli fra gli animali. I loro movimenti consistono in un barcollamento più o meno vivace dei filamenti, in un raddrizzamento ed abbassamento degli stessi, in una inflessione a guisa di serpi, incurvamenti, torsioni spirali ed oscillazioni. Sovente osservasi un allungamento manifesto della loro punta, che sembra es-

(1) *I fenomeni indicati dall'autore sono notissimi. I botanici coll'avere osservato che alcuni fiori si aprono e si chiudono costantemente in certe ore del giorno, hanno formato* l'orologio di Flora: *ed hanno impropriamente chiamato* sonno e veglia *delle piante il costante afflosciamento e ravvivamento delle foglie di alcuni vegetabili in determinate ore.* Il Trad.

(2) *Sensibili movimenti di contrazione delle Chiaje ha notato nei* Codium bursa, dilatatum, effusum, vermilara, e clavaeforme *figurati nella sua* Hydrophyt. regni Neapol. an. 1829.

sere un fenomeno di accrescimento. La rapidità dei movimenti varia secondo la natura delle circostanze esterne e dell'eccitazioni. Sotto l'influenza del calorico e della luce solare, essi sono più vivi che in una bassa temperatura ed all'ombra. L. C. Treviranus ha osservato i movimenti delle oscillatorie più manifesti nell'acqua calda che nella fredda. Scherer ha rinvenuto che essi venivano soppressi mercè il contatto degli acidi, degli alcali, dei sali metallici, dell'alcool e dello zucchero: nondimeno la loro cessazione era spesso preceduta da una specie di tremore. Saussure ha osservato simigliante azione mediante gli acidi e gli alcali. Oltracciò è cosa degna di osservazione che i movimenti degl'infusorj che trovavansi nell'acqua come le piante, cessavano egualmente per le circostanze medesime, giustà le osservazioni di questi due ultimi fisici, d'onde sembra risultare che il principio motore sia lo stesso in questi due gruppi di esseri viventi.

II. *Movimenti di formazione e di nutrizione delle piante fanerogame.*

Tutti i vegetabili nello svilupparsi dei loro semi effettuano movimenti di accrescimento in due opposte direzioni. Qualunque sia la situazione in cui trovasi il seme germinante, la radicetta si dirige sempre in giù e s'innicchia nella terra o nell'acqua, mentre la piumetta destinata a divenire fusto elevasi e dirigesi verso la luce. Le radici aeree che nascono dal tronco o dai rami di alcune piante, come nel *ficus elastica et religiosa*, nella *clusia rosea*, nelle specie di *rhizophora*, *epidendrum*, *cactus* ec. hanno sempre una tendenza a discendere. Lo stesso è da dirsi quanto alle giovani piante nascenti dai bordi dentellati delle foglie del *cotyledon calcinyum*, secondo le osservazioni di Schultz.

La maggior parte dei botanici hanno cercato la cagione della direzione di questi movimenti negli agenti esterni, nell'azione della luce, del calorico, dell'aria, dell'umidità sulle piante. Dodart opinava che la radicetta era messa in movimento dall'umidità, e la piumetta dalla secchezza dell'aria, e che perciò la prima dirigevasi verso la terra e la seconda verso l'atmosfera. Delahire ed Astruc attribuivano la tendenza declive della radicetta al maggior peso del succo pregno di materie terree ed alla sua precipitazione in questa parte del vegetabile, mentre che l'elevazione della piumetta sembrò loro dipendere dall'attenuazione e dall'ascensione dell'umore mediante l'influenza del calorico. Bazin opinava attirarsi le radici dall'umidità della terra. E Darwin supponeva che la radicetta è messa in azione ed è determinata ad allungarsi dall'umidità, mentre che la piumetta lo è dall'aria.

Siffatte opinioni sono state abbastanza confutate dalle esperienze di Duhamel, di Link, Dutrochet, H. Johnson ec. Duhamel introdusse delle ghiande ed altre semenze, nell'atto del germogliamento, in tubi di vetro pieni di terra, li dispose orizzontalmente, e riconobbe che la radicetta si dirigeva in giù, mentre la piumetta si elevava in sopra. Rotolando i tubi o dando loro situazione perpendicolare, vide che queste parti costantemente modificavano la maniera di crescere e si rimettevano nella loro primitiva direzione. Questo fenomeno osservavasi del pari nell'oscurità, e quando i tubi erano esposti alla luce. La direzione dell'accrescimento non potè essere cambiata di vantaggio dal colore o dall'umidità. Link ha ottenuto i medesimi risultamenti ripetendo e variando le esperienze di Duhamel. Il sig. Dutrochet riempì di terra umida un vaso forato nel fondo, introdusse più fagiuoli nei buchi, e sospese il vaso liberamente nella soffitta di una stanza. Le radici delle semenze uscirono per i fori dalla parte dell'aria e della luce, mentre le piumette si elevarono nella terra umida. Or se la direzione dell'accrescimento delle radicette era determinato dalla oscurità e dalla umidità, e quella della piumetta dall'influenza della luce e del calorico, come alcuni fisici hanno ammesso, questa ultima avrebbe dovuto portarsi in giù e l'altra in sopra, ciò che non mai ebbe luogo.

Si sono fatte benanche esperienze per conoscere se la direzione seguita dalla radicetta e dalla piumetta poteva esser cangiata da un movimento meccanico impresso alla semenza durante il germogliamento di questa. I. Hunter pose un fagiuolo al centro di una piccola botte piena di terra umida, che fece in seguito orizzontalmente circolare sopra il suo asse: ma egli non osservò cangiamento nella direzione dell'accrescimento di queste parti. Knight fissò e fece germogliare dei fagiuoli sulle superficie laterali di una piccola ruota che aveva undici pollici di diametro, disposta perpendicolarmente, mossa da un ruscello, e facendo circa cento cinquanta giri per minuto. Dopo alcuni giorni egli vide le radicette dei fagiuoli che erano stati messi in tutte le possibili direzioni, allungar-

si tutte in raggi verso la circonferenza della ruota, mentre le piumette si dirigevano al centro di questa. La stessa esperienza fu fatta con una ruota mossa orizzontalmente che circolava duecentocinquanta volte per minuto sopra il suo asse: le radicette si dirigevano egualmente al di fuori e le piumette al di dentro; nondimeno le prime erano rivolte verso la terra sotto un angolo di dieci gradi e le altre verso il cielo sotto un angolo eguale. Quanto più ruotava lentamente tanto più le radicette si dirigevano in giù e le piumette in sopra. Ad una forza di sessanta giri per minuto, l'angolo d'inclinazione delle radicette verso la terra e delle piumette verso il cielo era di quarantacinque gradi. Sebbene queste esperienze provino che la direzione dei movimenti di sviluppo possa esser cambiata da un movimento rotatorio impresso alle semenze che germogliano, secondo l'esatta osservazione di Smith, L. C. Treviranus, non saprebbesi conchiudere con Knight che la tendenza delle radici verso giù è determinata dalla forza centripeta o pesantezza, e quella della radicetta in sopra dalla forza centrifuga. Se così fosse, le radici, nelle esperienze riferite, avrebbero dovuto essere girate in dentro verso il centro, e le piumette in fuori, ciò che non ebbe luogo. Simili esperienze sono state fatte di recente da Dutrochet, ed hanno dato i medesimi risultamenti. Questo fisico prese un globo di vetro vuoto, al centro del quale era fissato un seme in germogliamento, lo fece circolare sopra il suo asse, e mentre esso girava gli comunicò piccioli colpi di martello cadendo sempre sullo stesso lato della sua periferia. Tutte le piumette si diressero verso il punto che riceveva i colpi e le radici verso il punto direttamente opposto. Aumentando il numero e la forza dei colpi in una determinata proporzione, egli vide le due produzioni del seme prendere a poco a poco una situazione perpendicolare, relativamente ai movimenti delle scosse. Da ciò segue che i movimenti di accrescimento della radicetta verso giù e della piumetta in sopra, possono ancora essere cangiati un poco dai movimenti che loro si comunicano, ma che dovendosene giudicare dietro l'esperienze fatte finoggi, essi non sono primitivamente nè prodotti nè determinati da esterni movimenti.

L'esperienze surriferite provano dunque che i movimenti di accrescimento in due opposte direzioni, che accompagnano lo sviluppamento delle piante, non sono originariamente determinati da esterne influenze, dalla luce, dal calore, dall'aria, dall'umidità o pesantezza. Essi dipendono dalle stesse, come vedremo in seguito facendo parola della germinazione, solamente in quanto che siffatte influenze forniscono le condizioni per la manifestazione della forza plastica. Dobbiamo dunque considerarli come effetti di una forza inerente allo stesso germe che determina e regola la formazione e l'accrescimento delle piante. Or questa forza non è altro che l'attività plastica. Nella medesima sembra esistere la causa sufficiente, sebbene sconosciuta nella sua maniera di operare, dei movimenti di accrescimento. Può ammettersi oltracciò che questa forza non opera qui secondo le leggi che si applicano ai movimenti prodotti da cagioni meccaniche. L'opinione di Dutrochet, che i movimenti nelle piante sieno determinati da un'attività analoga alla forza nervosa (*nervimotilità dei vegetabili*), sotto l'influenza di agenti esterni, è ipotesi priva di ogni pruova.

Sebbene noi riguardiamo la forza plastica come la cagione interna dei movimenti di accrescimento e di sviluppamento e delle loro direzioni, non dovrebbe dubitarsi, che agenti esterni che influiscono sulle piante, non possano imprimerle più grande attività e determinare i suoi effetti in certi limiti. Così si sa che le radici messe allo scoperto, e cui si situi vicino una spugna imbevuta di acqua, si avvicinano a questo corpo. È provato similmente che le radici si allungano principalmente nelle direzioni secondo le quali rinvengonsi materiali nutritivi più abbondanti. Questo fenomeno sembra essere la conseguenza di uno stimolo effettuato da questi materiali sulle fibre radicali e che produce nelle stesse un esaltamento di nutrizione e di accrescimento. Noi vediamo ancora che il germoglio e l'accrescimento dei rami, delle foglie e dei fiori hanno luogo a preferenza dal lato in cui una luce più viva urti le piante, e che nelle stufe o nelle cantine questi si dirigono costantemente verso la luce. Questo effetto è dovuto senza dubbio allo stimolo della luce che determina la forza plastica dei vegetabili a sviluppare maggiore attività. Da ultimo è noto che produzioni morbose si sviluppano alle piante nelle parti esposte a stimolo inconsueto, onde la formazione di escrescenza dietro la puntura d'insetti è frequente esempio.

Fra i movimenti sensibili di formazio-

ne e di accrescimento si annovera ancora l'attorcigliamento di molti vegetabili, onde si arrampicano lungo i corpi, ed, abbracciandoli a spira, si procurano un punto solido e si raddrizzano. I tronchi ed i fusti di moltissime piante hanno la tendenza a descrivere spirali crescendo, secondo le osservazioni di Dupetit Thouars e di Decandolle. Le foglie della maggior parte dei vegetabili sono parimente disposte a linee spirali, come Calandrini ha osservato sui pini ed abeti e Jussieu sull' *araucaria*. Cassini ha dimostrato che le foglie sono ordinate sopra cinque linee spirali in molte piante. Decandolle (1) ha fatto vedere che le foglie disposte a file formano una linea spirale semplice, mentre quelle del *pandanus* e della *dracaena* rappresentano tre linee spirali parallele, e quelle di alcune specie di *euphorbia* e di *pinus* cinque a sei spirali. Queste linee girano a dritta in alcuni vegetabili ed a sinistra in altri. Osservasi la disposizione in una linea spirale in alcuni fiori. Le scaglie dei pomi, del pino, e le capsule del genere *medicago* (2) affettano ancora detta forma. Vaucher ha riconosciuto una disposizione di fibre a spira fino nello stelo dell'*equisetum fluviatile*. In fine i vasi spirali esistenti nella maggior parte dei vegetabili offrono del pari questo fenomeno.

Frattanto la forma spirale in nessuna parte è tanto manifesta quanto nei fusti rampicanti di molte piante che perciò si avvolgono sopra loro stessi e sui sostegni. Siffatta disposizione è specialmente comune nelle piante dei tropici, essa è più rara in quelle delle zone temperate, e svanisce affatto nei paesi freddi. Osservasi ciò principalmente nelle piante della famiglia delle convolvulacee e delle leguminose. Quanto alla direzione che serba il fusto in avvolgersi, si è osservato che più sovente ciò ha luogo da diritta a sinistra, come nei *cocculus, menispermum, nissolia, dolichos, abrus, cuscuta, convolvulus, calystegia, ipomaea, thunbergia, clitoria, passiflora, periploca, momordica, lithsomia, banisteria, asclepias, cynanchum, tragia*. Nulladimeno qualche volta anche i fusti di alcune piante si avvolgono da sinistra a destra, come nei generi *calyptrion, basella, lonicera, tamnus, humulus, polygonum, morinda, dioscorea*. Ignorasi la cagione di questa diversità di direzione. Ma è provato che non si può cangiar quella che è propria a ciascuna pianta, e che se si fa simile tentativo si arresta l'accrescimento: certi vegetabili si rompono, seccano, quando si voglia dar ad essi altra direzione, come ha dimostrato Broussonet (3).

Secondo le preziose esperienze fatte da Palm, le piante volubili non danno alcun indizio di movimento spirale al momento della loro prima apparizione sulla terra, e questa disposizione non comincia a manifestarsi nelle stesse che dopo la formazione di uno o più internodi. Le curvature hanno luogo da principio con molta lentezza, in guisa che i vegetabili descrivono appena una curva in 24 ore. Ma a misura che l'accrescimento effettuasi, esse diventano più rapide e formano 4 ad 8 giri al giorno. Nondimeno questo fenomeno dipende da influenze esterne, che favoreggiano l'accrescimento delle piante, dalla stagione calda, dalla luce, e dall'umidità. La torsione è più rapida di giorno che di notte, e più quando il sole riluce sull'orizzonte, che quando il tempo è coperto. Se una pianta nel suo movimento circolare incontra un corpo perpendicolare o solamente un poco inclinato, essa appiccasi contro lo stesso, l'abbraccia e si innalza a spira. La natura degli appoggi, la loro forma, il loro colore, la loro materia non influisce sui movimenti, e questi corpi non esercitano alcuna attrazione sui vegetabili. Intanto dicesi che vi sono piante che non vi si avvicinano mai ad

(1) Loc. cit. t. 1, p. 338. *Tutte le disposizioni delle foglie possono ridursi a due classi, cioè: 1. le foglie verticillate, che quando il verticillo è ridotto al minimo diventano opposte; 2. le foglie spirali, che quando la spira è ridotta al minimo, diventano alterne.*

(2) *I frutti del genere* medicago *sono legumi, ed impropriamente detti capsule.* Il Trad.

(3) *Più volte ho dato direzione opposta al fusto arrampicante del fiore di passione* (passiflora caerulea), *della cobea*, (cobaea scandens), *del convolvolo selvaggio* (convolvulus sylvaticus), *del fagiuolo* (phaseolus vulgaris) *mercè adattata legatura, ed ho osservato perir le piante. Soltanto due volte nel fagiuolo e nel convolvolo, dopo aver messo i fusti respettivi da sinistra a destra, essi si ripiegarono, dirigendosi di nuovo da destra a sinistra.* Il Trad.

altre e che mai non si avvolgono attorno ad esse. S'ignora se tal fenomeno derivi dalla traspirazione vegetale. Dai suoi lati la cuscuta non si avvolge che attorno a piante vive. Se i vegetabili arrampicanti non trovano appoggi vicini, si abbassano e si avvolgono l'uno coll'altro. Il ravvolgimento a spira si arresta col cessare l'accrescimento, il che accade quasi sempre allo sviluppamento dei fiori. Le influenze esterne, la luce, il calore, l'aria e l'umidità eccitano questo avvolgimento solamente quando sono condizioni necessarie per l'accrescimento, ed esse l'accelerano favorendo la nutrizione e la crescenza. La luce ad onta che sia l'agente che esercita la più grande influenza sui movimenti delle piante rampicanti, perchè essa ne accelera l'accrescimento, non ha la forza di cambiare la direzione delle spirali. L'elettricità, il galvanismo ed il magnetismo sembra non poter influire su questa specie di movimento. Il solo galvanismo, pare che l'acceleri secondo le esperienze di Palm facilitandone lo sviluppo. La cagione della distorsione non può dipendere dalla struttura delle piante; giacchè questa non differisce essenzialmente da quella delle altre piante, essa diversifica nei varii generi, e nei generi che contengono talvolta specie arrampicanti e specie non arrampicanti, essa non offre differenza alcuna nelle une e nelle altre. Come l'avvolgimento comincia dalle parti tenere della pianta, prima che vi sia veruna traccia di tessuti perfetti, prima della formazione dei vasi spirali, non si può attribuirlo a questi ultimi, che d'altronde mancano a talune piante arrampicanti, alla cuscuta per esempio, e non appartengono esclusivamente, quando vi s'incontrano, a quelle che la natura ha dotato di queste facoltà.

Da siffatte ricerche risulta che la distorsione è una manifestazione della vita, non dipendente da meccaniche cagioni, come opinava Senebier, e che non si può attribuire alla contrattilità muscolare, come Fontana credea, poichè i movimenti non sono accompagnati da sensibili contrazioni nè determinati dagli stimoli che provocano contrazioni nei muscoli vivi. Secondo le giuste osservazioni di Broussonet e Palm questo è l'evidente risultato dei movimenti che si effettuano per l'esterne influenze favorevoli allo sviluppamento ed all'accrescimento. Egli sembra essere accompagnato da un afflusso più considerevole di umori, da un movimento di turgore eccitato dallo stimolo della luce, e che produce un aumento di torsione e di movimento.

Un altro movimento nelle piante viene effettuato da organi particolari, dai viticchi, mediante i quali esse crescendo si attaccano e si arrampicano per così dire lungo i corpi vicini. Non vi sono viticchi che in pochi generi, ed essi presentano delle differenze. In alcune piante essi nascono dalle ascelle delle foglie e sono avvolti a lumaca come nei generi *cucumis, cucurbita, pastiflora e similax.* In altre veggonsi alla superficie dei picciuoli, e questi sono in tal caso peduncoli non sviluppati e sterili, come nei generi *vitis* e *cissus.* Ordinariamente questi ultimi viticchi sono ramosi ed hanno alla loro estremità leggiera curvatura in forma di uncinetto, mediante il quale si attaccano ai corpi, abbracciandoli ed avvolgendosi attorno ad essi. Alcuni vegetabili come la *vicia* e la *cobaea,* hanno i viticchi all'estremità dei loro picciuoli pennati. Finalmente i picciuoli prendono la forma di viticchi nell'*adlumia cirrhosa* ed in alcune specie di *clematis.* Dalle ricerche di Palm risulta che i viticchi hanno due specie di movimenti, ma che non si effettuano in determinate direzioni, e che diventano più sensibili mercè il contatto di corpi estranei, pria che finisse l'accrescimento in lunghezza. Alcuni cirri, come quelli delle *cucumis* e *cucurbita,* sono attorcigliati dalla loro prima origine. Si estendono poscia, e non prendono che grado grado la forma spirale in una opposta direzione. Se il cirro incontra un oggetto nel suo secondo giro, vi si avvolge. I viticchi delle leguminose si avvolgono in diversi sensi attorno i corpi estranei, come legni, fili, vetro, metallo, seta, e piante viventi indistintamente, eccettuata la sola edera, per la quale questi organi sembrano avere della ripulsione. I movimenti del cirro camminano parallelamente all'accrescimento in lunghezza e collo stesso finiscono. Riguardo all'influenza degl'imponderabili e dell'umidità essi comportansi assolutamente come le piante *volubili.* Le circostanze che favoriscono l'accrescimento accelerano anche l'avvolgimento dei viticchi. Non si ravvisa alcuna traccia di facoltà contrattile analoga alla contrattilità muscolare. I cirri non presentano nella loro struttura niuna diversità in ordine alle altre parti della stessa pianta e delle altre piante del genere medesimo. In essa egualmente la forma spirale manifestasi prima che i tessuti perfetti ed i vasi spirali sieno formati.

Dobbiamo considerare tutti i movimenti di nutrizione e di accrescimento che accompagnano la formazione e lo sviluppo delle diverse parti delle piante come fenomeni vitali prodotti e regolati non da cagioni meccaniche, ma soltanto da un principio interno, dalla forza plastica. Esterne influenze o stimoli esercitati sui vegetabili vivi sono in verità necessarii per le manifestazioni del moto, ma esse non lo sono che per sollecitare la forza plastica ed entrare in giuoco: esse non determinano la direzione dei movimenti di formazione, che è la conseguenza del carattere speciale della forza plastica di ciascuna specie di pianta, la quale dipende essa medesima, per la sua attività, dall'operazione produttiva della semenza vegetabile dalla quale gli organismi ebbero origine. I movimenti di sviluppo e di accrescimento sono inoltre arrestati da diverse esterne influenze che annullano la forza plastica, come da un grado troppo intenso di caldo o di freddo, da violente scosse elettriche e da veleni.

In ciascuna pianta la forza plastica manifestasi in modo particolare, conforme alla specie di cui questa pianta fa parte, ed essa determina, sotto l'influenza del tempo, della forma e della chimica composizione, i fenomeni di formazione che si connettono allo sviluppo ed all'accrescimento delle varie parti, i quali fenomeni non possono esser cangiati nella loro essenza nè dalla somma, nè dalla natura dell'eccitazioni, ma sono soltanto per questo motivo debolmente modificabili e fra limiti determinati.

III. *Movimenti dei globetti nei sughi formativi.*

I globetti contenuti nel sugo formatore e nutritivo delle piante, al pari di quelli del sangue degli animali, hanno la proprietà di muoversi, come risulta dalle osservazioni dianzi riferite di G. R. Treviranus e Schalzt. C. Mayer ha osservato ancora per mezzo del microscopio movimenti in varj sensi nei globetti dell'umore che colava dalle incisioni fatte nella *vallisneria spiralis*, nella *chara vulgaris*, nell'*anthericum rostratum*, e nel *tropaeolum majus*. Egli ha del pari osservato movimenti nell'umore ancora contenuto nelle cellette e nei vasi della *vallisneria*, della *chara* e della *lemna palyrrhiza*. Siffatti movimenti erano più vivi sotto l'influenza della luce. Mayer ha osservato ancora i movimenti dei globetti del sugo nelle cellette della *chara, vallisneria, hydrocharis, stratiotes, sagittaria, cucurbita, cucumis e potamogeton*. Essi erano accelerati dal calore e rallentati dal freddo. Si arrestavano nel vuoto. Le sostanze acri li sospendevano. Si possono benanche addurre a favore della mobilità speciale e propria dei globetti del sugo, i movimenti dei globetti verdi nelle articolazioni delle conferve, che col microscopio sono stati osservati da Ingenhouss, Girod-Chantran, Vaucher e L. C. Treviranus.

Si sono parimente osservati nei corpiccinoli sferici dei globetti del polline, movimenti che hanno dato luogo a controversie in questi ultimi tempi. Needham e Gleichen aveano già conosciuto che quando i globetti di polline si aprono, n'escono piccoli corpiccinoli i quali, quando cadono nell'acqua, vi si muovono come animaletti infusorj. Schmiedel ha visto che anche i piccoli globetti che rinvengonsi sui fusti della *jungermannia pusilla*, che Hedwig risguardava come organi generatori maschili, mandano piccoli corpicciuoli che oscillavano con vivacità nell'acqua. Un fenomeno analogo è stato osservato da Nees il giovine nei globetti delle antere dello *sphagnum capilliforme*. Movimenti circolatorj sono stati osservati da Amici nelle particelle del polline della *portulaca spinosa*. Guillemin ha del pari osservato che al momento in cui i grani del polline escono, ne sgorga un liquido che non si mescola all'acqua, e che contiene una moltitudine di esilissimi globetti che si muovono per lungo tempo. Egli paragonò questi globetti agli animaletti spermatici. Alessandro Brongniart ha osservato anche piccoli corpiccinoli sferici o ellittici nei globetti di polline del *pepo macrocarpus*, di molte malvacee e di moltissime altre piante, ed ha rilevato i movimenti di questi corpiccinoli dopo che i globetti eransi crepati nell'acqua. Siffatti movimenti si manifestarono nel *pepo*, sotto l'apparenza di lenta oscillazione, accompagnata da locomozione, nell'*hibiscus palustris* e *syriacus*, nella *sida hastata*, nella *rosa bracteata*, essi erano vivacissimi, ed i globetti, nell'effettuarli, cambiarono qualche volta di forma e si curvarono. Questi corpiccinoli che egli chiamava *granuli spermatici*, e che variano di volume e forma nei diversi generi di piante, gli sembrò ancora essere analoghi agli animaletti spermatici; egli attribuiva loro, come a questi ultimi, un movimento spontaneo che non è loro comunicato di fuora. Il loro movimento arrestasi nell'alcool.

Robert Brown ha veduto uscire dai grani di polline della *clarkkia pulchella* nel momento in cui si aprivano, particelle di forma media tra la cilindrica e l'ovale, e si muovevano nell'acqua. Il movimento di queste particelle non consisteva unicamente in un cangiamento di loro situazione relativa, ma molto spesso anche in una mutazione di forma, mentre una inflessione addiveniva sensibile nelle medesime. R. Brown si è convinto che i movimenti non provenivano dalle correnti esistenti nel liquido, nè dalla lenta evaporazione di questo ultimo. Egli ha riconosciuto delle particelle o, come egli le chiama, molecole simili nei grani di polline di un gran numero di piante di diverse famiglie appartenenti a due grandi divisioni dei vegetabili fanerogami. Esse aveano una forma talvolta allungata, talvolta sferifica, ed i loro movimenti erano accompagnati da un allontanamento, ed alle volte ancora da un cangiamento di forma. Molte piante di varie famiglie, principalmente di quella delle graminacee, i grani del polline delle quali sono trasparenti, gli offrirono i movimenti delle molecole nei grani medesimi. Egli ha osservato ancora delle molecole mobili negli organi dei vegetabili crittogami, dei muschi e delle code cavalline in particolare, che alcuni botanici considerano come stami. Egli ha riconosciuto i movimenti non solamente nelle particelle dei grani del polline fresco, ma benanche in quelle del polline delle piante che erano conservate da venticinque anni nell'erbario. Infine ha osservato molecole sferiche e che effettuavano movimenti in altre parti di piante che egli avea schiacciato nell'acqua.

Da principio egli prese queste particelle per le molecole elementari dei corpi organizzati, descritte da Buffon, Needham, Wrisberg, Muller ed altri, perchè egli ne scopriva nei tessuti tanto vegetali che animali, quando gli schiacciava vivi o morti nell'acqua, e li riduceva in frammenti tenuissimi. Ma egli cambiò questa opinione quando dopo aver esaminati i corpi inorganici col microscopio, osservò delle molecole simili, di forma sferica, e che si movevano, non solamente nel legno fossile, ma ancora nel vetro, nel granito, nell'obsidiana, nella lava, nella pietra pomice, nel manganese, nel nikel, nel bismuto, nell'arsenico ed in altre sostanze inorganiche ridotte in finissima polvere e dilavata nell'acqua. Dietro ciò egli suppone che tutti i corpi solidi del regno organico e dell'inorganico sieno composti di molecole attive. Le più picciole particelle mobili hanno forma sferica, ed il loro volume è di un ventimillesimo ad un trentamillesimo di pollice. Sparse nell'acqua, e nuotando in mezzo a questo liquido, esse vi eseguiscono movimenti che non sono loro comunicati da correnti, che non risultano da evaporazione, ma che esse effettuano in virtù di un'attività propria e che loro è inerente.

Dietro siffatte ricerche i movimenti delle particelle contenute nei grani del polline sembra non poter essere fenomeni organici o vitali. Raspail crede anche dover conchiudere dalle sue osservazioni che i corpicciuoli in disamina non possono esser considerati come animaletti spermatici, ma che sono goccette di sostanza resinosa che dopo essere state rigettate fuora dai grani si allontanano le une dalle altre per cagione della poca attrazione che esse hanno per l'acqua.

Bisognano dunque ancora novelle ricerche relative principalmente alla maniera colla quale diversi eccitanti si comportano in quanto alle particelle del polline, per decidere se i movimenti di queste ultime debbano essere o nò risguardati come manifestazioni della vita.

Da ultimo debbo far parola ancora dei movimenti notevoli che eseguiscono i globetti germinatori di diverse conferve, i quali dopo essersi separati dal vegetabile che gli ha prodotti si muovono a guisa di infusorii. Movimenti di tal sorta sono stati osservati da Nees d'Esembeck nei corpuscoli riproduttori del *nostock* e dell' *ectosperma clavata*. G. R. Treviranus, e Dittmar gli hanno osservati in quelli del *batrachspermum* e della *conferva compacta*. Bory di S Vincent ha osservato la propagazione dei germi vivi dotati della facoltà di muoversi *(zoocarpes)* nel numeroso gruppo di piante analoghe alle conferve, alle zoocarpe, della famiglia delle *atrodici*. Gruithuisen ha rinvenuto che i corpicciuoli riproduttori di una picciola specie di conferva *(conferva ferax)* si movevano liberamente come infusorii. Carus è stato testimone di un fenomeno simile. Nees di Esembek ha riunito i generi i cui grani germinatori hanno presentato movimenti in una famiglia, da lui distinta col nome di *hydronematae*, e per molti aspetti corrispondono a quelle dell' *artrodice* di Bory. F. Unger recentissimamente ha esaminato ancora i corpicciuoli riproduttori dell'*ectosperma clavata*: egli ha veduto nascere nei filamenti piccioli

globetti verdi, che dopo si distaccarono e nuotarono nell'acqua come animaletti infusorii: quando siffatti corpicciuoli cessarono di muoversi essi si svilupparono in filamenti di conferve. Gaillon e Desmazières credevano aver già osservato che i globetti i quali eseguiscono movimenti dispongonsi in serie gli uni dopo gli altri, e da questi nascono nuovi filetti di conferve. Ingenhouss, G. R. Treviranus, Girod Chantran ed altri opinano nel modo stesso, cioè che la materia verde di Priestley è formata dalla riunione d'infusorii, e che la stessa si risolve ancora in infusorii.

Queste diverse osservazioni sembrano dimostrare in modo quasi certo che i corpicciuoli riproduttori di alcune conferve effettuano movimenti analoghi a quelli degl'infusorii, e che questi corpicciuoli, dopo aver goduto per qualche tempo di questo modo di vivere, germinano al modo dei grani seminali di altre crittogame, e rappresentano in tal caso dei filamenti di conferve.

IV. *Movimenti dei vasi umorali.*

Molti fisiologi, Saussure, Hedwig, Gahagan, Brugmanns, Coulon, Towson, Carradori ec. hanno creduto dover conchiudere dalle loro osservazioni ed esperienze, che l'umore dei vegetabili sia mosso da una reazione vitale o da una contrazione delle pareti dei vasi umorali. Alcuni hanno considerato la contrazione come effetto della *contrattilità organica* o della tonicità, altri come analoga alla contrattilità muscolare, come ho detto in altro luogo. Don e Barbieri recentissimamente hanno preteso aver osservato contrazioni vitali nei vasi umorali. Il primo ha notato ciò che fu osservato da Malpighi, che i vasi spirali delle piante erbacee si muovono quando sono separati: il movimento durò alcuni secondi nelle sue esperienze, e parve non potersi attribuire ad un effetto meccanico. Tenendo tra le dita un piccolo frammento di *urtica nivea* che egli avea distaccato da uno stelo vivente, osservò un movimento spirale, che gli sembrò manifestazione di una forza contrattile delle fibre viventi. Barbieri dice aver osservato nelle *chare* trasparenti col microscopio solare tubi composti di pellicole assai sottili nelle quali circola il sugo. Secondo lui questi piccoli tubi comunicano nei nodi colle fibre vuote delle radici che assorbono liquidi. Oltracciò egli dice aver osservato che i filamenti delle radici si contraggono e si distendono alternativamente in linee spirali. Egli opina che un movimento è comunicato da esse all'umore. Queste osservazioni, purchè sieno esatte, sembrano appoggiare l'opinione che i vasi umorali reagiscano sull'umore e gli comunichino un movimento, cosa negata da molti fisiologi.

V. *Movimento delle foglie.*

Le foglie effettuano movimenti in diverse circostanze nella maggior parte delle piante. Non solamente le stesse hanno una situazione ed una direzione determinata in seguito dello sviluppamento e dell' accrescimento, ma ancora esse le riprendono quando influenze meccaniche loro le han fatto cangiare. Le foglie di moltissimi vegetabili cambiano direzione nel corso della giornata. Quelle di molti sono ancora messe in movimento da esterne azioni e diverse eccitazioni. In fine quelle di alcuni oscillano di continuo. Esaminiamo più particolarmente siffatti movimenti.

Le foglie di quasi tutte le piante serbano tale situazione che una delle loro superficie la più colorata trovasi rivolta in sopra ed esposta alla influenza della luce mentre quella meno colorata è rivolta in giù. Se ad una foglia facciasi cambiare siffatta situazione o che si giri, essa non tarda a riprendere la sua direzione primitiva, come Bonnet ha provato con numerose esperienze. La torsione effettuasi nei picciuoli e nei loro nodi ed articolazioni, ed ha luogo più rapidamente nelle foglie dell'erbe che in quelle degli alberi. Del resto ciò osservasi tanto nelle piante che vivono all'aria che nelle acquatiche, e si effettua ancora nelle prime quando i loro rami sono tuffati nell'acqua. Lo stesso fenomeno ha luogo ancora nel vuoto. Lo stesso si effettua tanto di giorno che di notte, ma nulladimeno con più rapidità, sotto l'influenza della luce solare. La stagione influisce su questo movimento, poichè è più pronto in tempo caldo secco e sereno, che al freddo umido e coperto. La sua rapidità è sempre maggiore al sole. Allorchè le foglie hanno girato più volte, il giro si fa con lentezza. La frequente ripetizione dell'esperienza nuoce alla vita delle foglie. Quando il picciuolo è stato forato nel nodo, il movimento si fa in un modo lento, e, dopo molte punture, cessa affatto. Ol-

tracciò un fatto degno di osservazione si è che le foglie dei rami che Dutrochet avea esposto ad un moto rotatorio in un pallone di vetro, diressero la loro superficie superiore verso il centro di rotazione e la inferiore verso la periferia. Questo fenomeno avea luogo mercè una torsione nei picciuoli.

La tendenza delle foglie a conservar la situazione e la direzione che loro si comunicano dallo sviluppamento e dall'accrescimento, ed a riprenderle quando sono state rivoltate da un'azione meccanica esterna, sembra doversi ad un afflusso dell'umore verso i loro vasi e ad uno stato di turgore che ne risulta, stato da cui dipende la loro posizione e distensione. Questa ipotesi è appoggiata da che le foglie delle piante prive di acqua si rilasciano, si distendono, seccano e fansi cadenti; ma a seconda che il vegetabile assorbe liquido, le foglie si raddrizzano prontamente e s'invigoriscono. In appoggio di ciò può addursi ancora che questi movimenti delle foglie, sono attivati in modo tutto speciale per l'azione della luce solare che favorisce l'affluenza del sugo verso le foglie, e mantiene l'esalazione e la permuta di materiali gassosi. Essi presentano egualmente maggior rapidità nelle piante giovani nello stato di sviluppamento, nella primavera in cui l'umore si spinge con maggior attività, che nei vegetabili di età avanzata, nell'autunno, in cui la corrente dell'umore verso la periferia diminuisce. Frattanto i picciuoli, i loro vasi o il loro tessuto cellulare sembrano godere una certa contrattilità mercè la quale, dopo essere stati mossi dalla loro situazione, si sforzano per rimettervisi. Le foglie delle piante che sono state esposte all'azione di sostanze venefiche perdono questa proprietà.

Le foglie di moltissimi vegetabili nella loro direzione presentano cangiamenti corrispondenti alle varie ore del giorno. Questo fenomeno era già conosciuto fino ad un certo punto da Teofrasto e da Plinio. Acosta e Prospero Alpino l'avevano osservato sulle foglie pennate di alcune piante di regioni calde. Linneo vi fissò particolare attenzione e gli diede il nome poco adattato di veglia e sonno dei vegetabili. Più estese ricerche sono state fatte su questo subietto da J. Hill, R. Pulteney, R.-A. Vogel, Zinn ed altri.

Durante il giorno le foglie sono dispiegate e distese e la loro superficie superiore esposta alla impressione della luce del sole è per lo più concava o appena canalata, quelle di varie piante erbacee esempio dell'*helianthus annuus*, d*lianthemum annuum*, del *croton t**rium* ec., seguono ancora la luce de nella loro situazione.

Verso la sera questi organi pre altra direzione. Le foglie semplici c no opposte, talvolta si raddrizzano i sà che si toccano per la loro sup superiore, come in molte specie di *plex* ed *asclepias*, tal fiata si appl contro il fusto, come nella *sida ab* e nell'*aenothera mollis*. Talune for un imbuto che inviluppa i fiori, quelle della *malva peruviana*, *iva c* e molte specie di *parthenium*, *am**thus* e *datura*. Anche in altre pian bassano il loro apice e coprono i fiori a guisa di una volta, come l'*hil**sabdariffa*, l'*impatiens noli me tan* la *sigesbeckia orientalis*, la *millera* *queflora* ec. Movimenti più notevo servansi la sera nelle foglie comp pennate, i cui picciuoli si curvano d pra in sotto verso il fusto, e le cui f line prendono altra direzione. In mo queste piante siffatte foglinzze si appl le une contro le altre per le loro s ficie superiori, come vedesi nella *co* *arborescens*, nell'*hymenaea courbari* *lathyrus odoratus*, nella *psoralea p**ta*, e nelle specie di *bauhinia*. In come nel *tamarindus indica*, nella *ditsia triacanthos*, *haematoxylon* ec. foglioline chiuse si abbassano nello s tempo come tegole sul picciuolo. Ne *thus tetragonolobus* e nel *trifolium i* *natum* l'estremità delle foglie raddri toccansi. Da ultimo in molti vegetabi foglioline pendono verso la terra, e l ro superficie inferiori si applicano le contro le altre, come nella *robinia* *do acacia*, nell'*ipomaea aegyptiaca*, *glycine abrus*, ed in molte specie d *pinus*, di *cassia*, di *glycirrhiza*, di *lis* ec.

A questi movimenti, che variano se do le ore del giorno, possono parim riferirsi il dilatamento e lo stringim periodico delle cavità dei picciuoli *nepenthes destillatoria* e della *phyl**phora madagascariensis*.

La maggior parte degli scrittori di siologia Vegetale hanno indagato la ca ne che determina questi movimenti n influenza di agenti esterni sulle piant nelle variazioni che questa influenza e cita secondo i diversi momenti della g nata. Alcuni gli hanno creduti dipend dalla luce, altri gli hanno attribuiti

vicende della temperatura, ed altri ancora ai diversi stati di umidità dell'atmosfera. Si è detto che la presenza di alcuni stimolanti durante il giorno pone le foglie in attività, ciò che le fa dispiegare, mentre la mancanza di queste stesse eccitazioni durante la notte le fa stare in riposo, in rilasciamento, in infievolimento. La diversa direzione di questi organi secondo le ore della giornata, tanto il loro raddrizzamento ed espansione durante il giorno, che il loro abbassamento e piegamento durante la notte, deve considerarsi come il risultamento di uno stato di attività nell'uno e nell'altro caso. Linneo avea già detto che il sonno delle foglie non può attribuirsi a rilasciamento, e che differisce affatto dall'impicciolimento che osservasi nelle stesse quando disseccano o quando al vegetale manchi l'acqua. Al contrario questo stato è accompagnato da un certo grado di tensione. Se si procura di far cambiare ad una foglia la situazione presa, la stessa resiste, e poscia abbandonata a sè stessa ripiglia vivamente la posizione perduta, come molti botanici hanno osservato.

Si può ancora addurre come argomento che favoreggia l'ipotesi per la quale i movimenti periodici delle foglie dipendono dagli stati vitali interni, che essi variano secondo la nutrizione, l'accrescimento e lo sviluppo. Nelle piante giovani, robuste, che vegetano con vigoria e che sono nel periodo di accrescimento, veggonsi più vivi che nei vegetabili di età avanzata, malandati ed in quelli che sono già disfiorati.

I cangiamenti di direzione e di situazione che le foglie provano in ragione delle ore della giornata, al pari di quelli di accrescimento e di formazione, hanno la loro sorgente in un'attività interna delle piante sotto l'influenza di esterni agenti, della luce e del calore. Essi sembrano esser prodotti immediatamente da variazioni nell'affluenza dell'umore e dal grado di turgore che ne dipende. Sotto l'azione della luce solare che si esercita nel corso della giornata e sotto quella del calore che trovasi allora più intensa, i movimenti di nutrizione e di accrescimento fansi più vivi e quello dell'umore è accelerato. Questo liquido ascende in maggior copia, si diffonde nei vasi delle foglie e li pone in stato di turgore che è accompagnato dal dispiegamento ed espansione di questi ultimi. Le operazioni della respirazione, dell'esalazione e del cambio di materie aeriformi, si effettuano in tal caso in un modo più vivo, e più rapido nelle foglie. Quando al contrario durante la notte, la luce del sole essendo lontana e la temperatura dell'atmosfera abbassata, l'accrescimento vegetale diviene meno energico, il movimento dell'umore più lento e la respirazione meno attiva, minor quantità di umori portasi nei vasi delle foglie, e queste si appassiscono. L'umore sembra in tal caso accumularsi di vantaggio nei nodi e nei rigonfiamenti dei picciuoli, forse anche quello contenuto nei vasi delle foglie se ne rimuove. Da ciò risulta in queste parti un turgore e certo grado di tensione che hanno per effetto il loro cambiamento di direzione e di situazione. La cagione per la quale le foglie e le foglioline di alcune piante si abbassano, durante la notte, contro i nodi ed i rigonfiamenti dei picciuoli, mentre in altri vegetabili esse si raddrizzano, riferiscesi probabilmente al modo vario di disposizione dei vasi in questi nodi e rigonfiamenti, circostanza intorno alla quale non sono state fatte ancora ricerche anatomiche. In favore della dipendenza nella quale i movimenti delle foglie si suppongono esser variazioni nell'affluenza dell'umore, e dei diversi gradi di turgore che ne risultano, sotto l'influenza del calorico e della luce, può dirsi che alcune piante, per esempio l'*euphorbia lathyris*, l'*ocymum fruticosum*, l'*asclepias curassavica, solanum bahemense* ec. offrono durante l'inverno un cangiamento nella direzione delle loro foglie, simile a quello che i vegetabili detti dormienti presentano durante la notte, e che le foglie pennate di numerosissime piante non si elevano e non si ravvivano affatto o pochissimo nelle giornate fredde. Adanson e Bonnet hanno osservato che le foglie, allorchè si ravvicina un ferro caldo o rosso alla loro faccia superiore, si raddrizzano appunto come ha luogo colla luce del sole. Le piante sottratte per lungo tempo all'azione della luce del sole perdono la proprietà di piegare e stendere le loro foglie. Al contrario si conoscono alcune osservazioni di Hill e Zinn, dalle quali risulta che le foglie si abbassano di giorno quando si portano in luogo scuro, e che si raddrizzano e si ravvivano allorchè di nuovo sono esposte alla luce. Parimente si son vedute le foglie di certi vegetabili raddrizzarsi e distendersi nella notte mercè la luce artificiale di lampadi.

Il cangiamento che nelle varie ore del giorno soffrono, l'affluenza dell'umore ed il turgore delle varie parti delle foglie, che ne dipende, pare essere accompagnato

ad un tempo da un diverso grado di contrazione nei vasi degli umori e nel tessuto cellulare di questi organi e dei loro picciuoli. Una circostanza che lo prova si è l'effetto determinato da diverse sostanze assorbite dalle radici, che cambiano il modo di vitalità dei vegetabili, e modificano ancora o distruggono perciò la loro mobilità. Schuebler e Zeller nelle esperienze al proposito hanno rinvenuto che le foglie delle specie di *acacia*, di *cassia* e di *mimosa*, dopo l'assorbimento di sostanze narcotiche, sia dell'estratto di oppio o di noce vomica, sia dell'acqua distillata di lauro-ceraso, erano private le loro foglie della facoltà di muoversi, dell'abbassarsi e raddrizzarsi durante la notte; queste rimasero distese e caddero a poco a poco, spesso a capo di qualche giorno soltanto, sebbene tuttora verdi. Dopo l'assorbimento di una soluzione di canfora le fogliolìne si applicarono le une contro le altre, come all'avvicinarsi della notte, ma esse non si dispiegarono più. Se s'immergevano dei rami, le cui foglie erano state messe, nelle soluzioni di sostanze narcotiche, esse rimanevano in questo stato senza aprire le loro foglie durante il giorno, e perivano a poco a poco. Goeppert ha osservato che le foglie della *coronilla securidaca, tamarindus indica, acacia farnesiana e poincinia pulcherrima* cessavano di muoversi secondo le ore del giorno, dopo che furono tuffati i rami in acqua che conteneva acido prussico e prussiati, o nell'acqua di mandorle amare, di lauroceraso e simiglianti veleni. L'azione di queste sostanze non può spiegarsi che coll'ammettere che esse annullano la contrattilità di cui sembrano dotati i vasi umorali delle piante, e che dopo siffatta distruzione il movimento dell'umore cessa nelle foglie insieme col turgore che ne dipende.

Le foglie di alcune piante non si muovono soltanto secondo le ore della giornata, bensì a seconda delle influenze o dei varj stimoli esterni. Tal fenomeno è stato osservato in molte piante dei paesi caldi, appartenenti specialmente alla famiglia delle leguminose, come la *mimosa (pudica, sensitiva, casta, viva, asperata, humilis, pellita, dormiens* ec.) *desmanthus, (diffusus), schrankia (aculeata), smithia, (sensitiva), aeschynomene (sensitiva, indica, pumila), oxalis (sensitiva), dionaea (muscipula), e averrhoa (carambola).* Le più numerose esperienze ed osservazioni a tal riguardo, sono state eseguite sulla *mimosa*, specialmente sulla *mimosa pudica*, da Hooke Mauckart e Cammerer, Mairan, Dufay, Duhamel, Oelme, Th. Percival, Gahagan, Comparetti, Lindsay, G.-C. Sigwart, Dutrochet, Bernett e H. Mayo. Brevemente farò conoscerne i principali risultamenti.

Nella *mimosa pudica*, pianta dell'America meridionale, cui L'Ecluse pel primo ci ha fatto conoscere, ha nella maggior parte del tempo due o tre paja di foglie su di un picciuolo comune. Al punto di unione di questo col fusto rinviensi un nodo o gonfiamento lungo da una a quattro linee, e coperto di corti peli. Ciascuna foglia è pennata, e forma egualmente un piccolo nodo alla unione del suo picciuolo particolare col comune. Le fogliolìne che sono opposte ne mostrano del pari uno su ciascuno dei loro pedicciuoli. In tali punti nodosi solamente il movimento si effettua.

Durante il giorno, tutti i picciuoli comuni descrivono un angolo quasi retto col fusto. I picciuoli particolari sono del pari distesi ed allontanati gli uni dagli altri. Tutte le fogliolìne sono distese orizzontalmente. Al tramontare del sole le foglie mutano direzione. Da principio le fogliolìne si elevano insensibilmente, s'inclinano l'una verso l'altra e si adattano con le loro facce superiori; di poi si abbassano col loro bordo anteriore verso il picciuolo; consecutivamente i picciuoli particolari si ravvicinano gli uni agli altri e si curvano dall'alto in basso: finalmente, i picciuoli comuni si abbassano verso il fusto. Nulladimeno dalle osservazioni di Sigwart risulta che in appresso questi si rialzano poco a poco, mentre le foglie si ravvicinano vie più le une alle altre, e verso mezza notte esse sono distese interamente lungo il fusto. Al sorgere del sole, i movimenti hanno luogo con ordine inverso. Da principio i picciuoli riprendono il loro sito primitivo; di poi le foglie si elevano e si distendono a ventaglio; infine le fogliolìne si allontanano e ritornano alla direzione orizzontale. Allorchè il tempo è coperto e freddo, le fogliolìne stanno serrate.

I movimenti della sensitiva avvengono egualmente nell'aria che nel vuoto. Dufay e Duhamel avendo situati non solamente dei rami tagliati, ma ben anché delle intiere piante sotto il recipiente della macchina pneumatica, hanno osservato che le foglie si alzavano e distendevansi nel mattino, si abbassavano e ripiegavano nella sera; ciò non ostante i movimenti si effettuavano con minor vivacità che nell'aria.

Questi esperimentatori hanno bensì osservato dei rami e delle piante intiere, che avevano tuffato nell'acqua, continuare ad eseguire i loro movimenti alternativi corrispondenti alle ore del giorno, ma solo in modo più debole. Le variazioni della temperatura influiscono sulla mobilità, come è stato osservato da Dufay e Duhamel. I movimenti non erano affatto sì vivi nei giorni freddi, come nei caldi, le fogliolíne non si aprivano sì rapidamente, nè sì completamente, e chiudendosi, esse non si adattavano sì esattamente le une verso le altre, come quando il tempo era caldo. Dutrochet ha osservato che i movimenti cessano interamente ad una temperatura di 7 gradi. Un'aria caldissima li ferma del pari. Nulladimeno non nella sola variabilità della temperatura fa d'uopo ricercare la causa esterna del fenomeno; poichè Dufay e Duhamel hanno osservato che una sensitiva che stava in una camera, la cui temperatura era di 15 gradi, chiudeva le sue foglioline, ed abbassava le foglie nella sera, e nel mattino apriva le une e raddrizzava le altre, ad onta che il termometro allora segnasse quasi due gradi di meno. Avendo fatto passare una pianta verso la sera, da una temperatura di 20 gradi ad un'altra di 28, essa non chiuse meno regolarmente le sue foglie. Da Zinn sono state eseguite simili esperienze su i *desmanthus virgatus* con lo stesso risultamento.

Quanto alla influenza della luce su i movimenti delle sensitive, gli osservatori non hanno rinvenuto sempre lo stesso. Mairan ha osservato le foglie di quelle che aveva situate in un luogo oscuro muoversi a determinate ore, al pari di quelle che si trovavano all'aria nelle circostanze ordinarie. Dufay e Duhamel al contrario asseriscono aver rilevato che le foglie delle sensitive, che erano state rinchiuse per due giorni in alcune cantine perfettamente oscure, aprivansi ma non si rinchiudevano più, e restavano costantemente distese e spiegate. Assicurano essi aver osservato il medesimo effetto su di una pianta, la quale era stata rinchiusa in una cassa. Allorchè, durante la notte, essi facevano cadere la luce di un cero sulle sensitive, le cui foglie erano chiuse, queste non si distendevano affatto. Hill d'altronde assicura aver veduto che le foglioline si chiudevano durante il giorno, allorchè impediva che la luce fosse penetrata nel luogo, ove ritrovavasi la pianta. Zinn qualche volta ha osservato lo stesso fenomeno. Decandolle situò una *mimosa leucocephala* in una oscura cantina, ed un'altra pianta della stessa specie in una cantina vivamente illuminata da lampade. Le piante aprirono e serrarono bene le loro foglie alle ore ordinarie, ma il ripiegamento non effettuossi sì completamente come all'aria libera. Due piante di *mimosa pudica* al contrario, le quali si trovavano nel giorno in un luogo oscuro, che veniva illuminato nella notte per mezzo di lucerne, cambiarono a poco a poco sì fattamente il tempo chiamato in esse sonno, che nel terzo giorno le foglie si aprirono nella sera e si chiusero nel mattino. Allorchè vennero rimesse in piena aria, ripresero esse la loro antica maniera di vivere. Richter ha osservato che la *mimosa pudica* apriva e chiudeva le sue foglie, in assenza totale della luce, sì regolarmente come per lo innanzi, ma non già nello stesso grado: se coprivasi la pianta, mentre aveva le sue foglie distese, le foglioline ravvicinavansi un poco. Dutrochet ha fatto parecchie esperienze relative all'azione della luce sulla *mimosa pudica*. Alcune piante che stavano in un sito oscuro, ad una temperatura di + 20 a + 25 gradi, abbassarono i loro picciuoli nella sera e ravvicinarono le loro foglioline: nel mattino al contrario spiegarono queste e raddrizzarono quelle. Nel terzo giorno i movimenti periodici furono meno sensibili e completi, e nel quarto la mobilità era totalmente sparita. Non fu più possibile allora eccitare dei movimenti, anche con diverse stimolazioni. Allorchè, nel sesto giorno, Dutrochet espose di nuovo le piante alla luce solare, i movimenti ricomparvero, a poco a poco. Risulta da ciò che la durata della mobilità nelle sensitive dipende dall'influenza della luce, in quanto questo agente è una condizione necessaria per la conservazione dello stato di vita di tali piante, donde dipende la loro facoltà locomotiva.

Dei movimenti simili a quelli che le mimose eseguiscono verso la sera, nelle circostanze ordinarie, possono essere eccitati, durante il giorno, mercè diverse specie di stimolazioni. Taluni irritamenti meccanici, un colpo, un urto, o pure ogni contatto accompagnato da scossa, fanno muovere le foglie. Se una fogliolina viene pizzicata, o tagliata con le forbici, s'innalza con quella che si ritrova dirimpetto ad essa. Lo stesso avviene nel pajo vicino e nei seguenti, sino a che tutte le foglioline inserite nel picciuolo sieno chiuse, dopo di che il picciuolo medesimo si abbassa. Immediatamente dopo, le foglioline dei picciuoli

vicini si chiudono. Finalmente, e nella maggior parte del tempo a capo di dodici o quindici secondi, il picciuolo comune piegasi a sua volta. Se la scossa è stata fortissima, tutte le foglie della pianta si muovono. In tal guisa non si può disconoscere che l'irritazione si trasmette da una fogliolina a tutte quelle di una foglia, ed anche a molte foglie e divisioni di queste. In generale cominciano i movimenti dalla fogliolina che è stata irritata, di poi si trasmettono alle vicine sino alla punta ed alla base della foglia; dopo di che l'irritazione si propaga, per mezzo del picciuolo, alla foglia vicina, le cui foglioline si chiudono l'una dopo l'altra dalla base alla cima ec. Qualche volta solamente la stimolazione salta per così dire alcune foglioline o foglie, o porzioni di foglie, ed i movimeti di queste si effettuano più tardi. Tal fenomeno sembra che dipenda da un diverso grado d'impressionabilità. Osservasi generalmente che la irritazione si trasmette e propagasi tanto più lungi, per quanto le piante sono più alte e vegetano con più energia.

Se il contatto esercitato su di una fogliolina è debole e non accompagnato da scossa, non si osservano movimenti. Un leggiero scuotimento, una incisione fatta ad una fogliolina con uno strumento tagliente, si limitano a far raddrizzare questa e quella che l'è dirimpetto. Si può anche inficcar un ago in una foglia, purchè ciò sia eseguito con precauzione, cioè senza che si muova, com'è stato osservato da Dufay, Percival e Sigwart. Quando al contrario s'irriti il nodo di un picciuolo, questo immantinente si piega. Il vento e la pioggia cagionano del pari la chiusura delle foglie, e l'abbassamento dei picciuoli. Oltre a ciò è cosa degna di osservazione che la *mimosa pudica* si abitua agli scuotimenti. Desfontaines prese con sè una sensitiva in una vettura; le foglioline si chiusero da principio, ma appoco appoco si aprirono, e stettero distese malgrado la continuazione delle scosse. Meyer ha rinvenuto ancora nelle sue esperienze, che le foglioline si aprivano finalmente, allorchè lo scuotimento continuava per qualche tempo.

Delle irritazioni chimiche di diversa specie del pari facevano muovere le foglioline, si elevavano e si adattavano le une verso le altre, allorchè facevа cadere una goccia di acqua forte su di un picciuolo, ed il movimento avveniva non solo in questo, ma nelle altre foglie ancora. All'indomani, queste erano distese di nuovo, ad eccezione di quelle che si trovavano al di sopra del punto dove l'acqua forte era stata applicata, ed erano appassite. Dufay ha osservato il movimento in seguito del contatto con l'acqua forte, con l'ammoniaca caustica e col vapore di zolfo in combustione. I vapori ammoniacali agiscono anche come uno stimolo violento, secondo Dufay, Gahagan e Sigwart. Quest'ultimo ha osservato, che di tutte le sostanze, il cloro era quello che determinava i più vivi movimenti. Il gas idrogeno, il vapore dell'alcool, e l'essenza di trementina non producevano alcun effetto. Meyer ha esperimentato ancora l'azione degli acidi, degli alcali, degli olii essenziali e degli eteri; le più volatili di di tali sostanze, quali erano specialmente gli eteri, agivano con maggior forza. Allorchè si innaffiavano con uno di tali liquidi le due ultime foglioline di un pedicciuolo parziale, queste si ravvicinavano, e lo stesso avveniva alle altre sino alla base del picciuolo: indi i movimenti si propagavano alle altre foglie del picciuolo comune, progredendo dalla base alla sommità, ed in ultimo il picciuolo stesso si piegava. I gonfiamenti dei picciuoli furono le parti che si mostrarono più sensibili all'impressione degl'irritanti chimici. Ad onta che non siasi affatto osservato movimento nel fusto, nei rami, nei fiori e nelle radici, nulladimeno queste parti sono atte a ricevere le stimolazioni, e sono nello stato di trasmetterle alle foglie mobili.

Desfontaines ha veduto che tutte le foglie si abbassavano e le foglioline si chiudevano dopo aver versato dell'acido solforico sulle radici. Dutrochet ha dato luogo allo stesso fenomeno, bagnando un fiore con tale acido.

Gl'imponderabili, calorico, luce ed elettricità, provocano del pari i movimenti delle foglie della *mimosa* nella loro qualità di eccitanti. Hooke e Dufay avendo fatto cadere dei raggi di luce, a traverso una lente, sulle foglioline, osservarono che queste si chiudevano, ed i picciuoli si abbassavano. Lo stesso accade quando si avvicina un ferro rovente alle foglioline o alle foglie. Dufay e Sigwart bruciarono delle foglioline alla fiamma di una candela di cera; ne seguirono movimenti più vivi e più rapidi degl'incitamenti puramente meccanici. Qui ancora si scorge che l'irritazione si propaga come nel caso precedente, giacchè l'ustione di una fogliolina porta seco i movimenti di tutte le

altre, ed anche di molte foglie e divisioni di foglie. Una rapida variazione nella temperatura dell'aria determina le fogliolin a chiudersi, ed i picciuoli ad abbassarsi. Hooke, Dufay e Duhamel hanno rinvenuto, che quando una pianta è stata per qualche tempo esposta al calorico del sole coperta da una campana di vetro, e si tolga questa con circospezione, cioè senza toccar la pianta, tutte le foglioline si chiudono e tutti i picciuoli si abbassano. Duhamel ha esperimentato anche l'azione di un freddo artificiale; egli fece entrare un ramo di sensitiva il quale comunicava con la pianta, in una palla di vetro vuota, e circondò questa di un miscuglio di ghiaccio e sale: le foglioline si piegarono da principio da su in giù, ma di poi si chiusero prontamente.

Dall'esperienze di Richter, le piante giovani e più sensibili chiudono le foglioline, quando vengono esposte improvvisamente ad una luce vivissima, e si aprono sol quando la luce và ad indebolirsi. Sigwart ha pure osservato che quando una pianta era stata tenuta all'ombra per qualche tempo e la si esponeva di botto alla luce del sole, i picciuoli si abbassavano e le foglioline si chiudevano, come in seguito di uno scuotimento meccanico.

I fisici sono divisi in opinione relativamente alla influenza della elettricità sulle sensitive. Ledru, chiamato anche Comus, il quale è il primo a cui si devono alcune esperienze su tale soggetto, toccò le foglioline leggermente con un pezzo di vetro, ed osservò che affatto non si chiudevano. Dopo ch'egli rese elettrico il vetro, si ravvicinavano esse le une alle altre mediante un contatto reiterato. Una bottiglia di Léyden caricata, a cui avvicinò delle foglie, determinò la chiusura delle foglioline e l'abbassamento dei picciuoli. Avendo scaricata la bottiglia a più riprese, scorse che tutte le foglioline si applicavano le une contro le altre, ed i picciuoli curvavansi da su in giù. Il semplice bagno elettrico non produsse effetto alcuno. L'elettrizzazione ripetuta sovente, per più giorni di seguito, indebolì la mobilità delle piante, tanto che le foglie non si chiudevano più, quando erano toccate. Ingenhouss e Schwankart ripeterono questi esperimenti ed ottennero in sostanza i medesimi risultati; ciò non ostante attribuivano essi i movimenti delle foglie al semplice scuotimento. Tale opinione era anche quella di Landriani, Delaméthérie e Cavallo. Tuttavia Percival ha rilevato che basta l'avvicinamento di una bacchetta di ceralacca elettrizzata per provocare la chiusura delle foglioline. Van Marum ha rinvenuto che i conduttori, caricati di elettricità positiva o negativa, non agiscono più del bagno elettrico allorchè vengono avvicinate ad essi alcune foglie della sensitiva; ma quando il conduttore dava delle scintille, le foglioline si chiudevano, ed i picciuoli si abbassavano. Egli attribuisce anche tal fenomeno allo scuotimento cagionato dalla scossa elettrica. Gli esperimenti di Richter sull'azione della elettricità, sviluppata dallo strofinamento, sembrano dimostrare, che le correnti elettriche dirette sulle piante a traverso dei fili metallici, cagionano la chiusura delle foglioline, e l'abbassamento dei picciuoli.

Il galvanismo è stato del pari applicato alle sensitive. Schmuck, Iberti, Fowler, Cavallo, Humboldt, Creve, Rafn e Giulio non ottennero effetto alcuno dalla catena semplice. Intanto Giulio dice aver veduto che le foglioline si chiudevano ed i picciuoli si abbassavano con l'applicazione della pila. Egli aveva armato i nodi dei picciuoli di un ramo, con piccole piastre di stagno e piombo, ed all'indomani, allorchè pose in comunicazione l'una delle armature col polo di zinco di una pila voltaica, e l'altro col polo rame, mercè un filo di oro, egli scorse che le foglie s'inclinavano sovente l'una verso l'altra nel momento in cui il circuito era chiuso.

Quanto ai fenomeni che sopravvengono dopo l'allontanamento dell'irritazione per mezzo di cui il movimento è stato determinato, le osservazioni hanno additato ciò che segue su tale soggetto. Costantemente i picciuoli restano abbassati per qualche tempo, e le foglioline chiuse. A capo di un mezzo quarto o di un quarto di ora, qualche volta ancora di dieci minuti, tempo che varia a seconda del vigore e dell' età delle piante, come ancora a seconda della stagione e dell'epoca della giornata, le foglioline cominciano a poco a poco ad aprirsi, i picciuoli si raddrizzano, e le foglie prendono una direzione divergente. L'ordine con cui tal fenomeno avviene è soggetto a variare. Ora sono i picciuoli comuni che si raddrizzano in prima, ora i picciuoli particolari: qualche volta ancora le foglioline si allontanano da principio le une dalle altre. La condizione generale di questi movimenti, è l'allontanamento dell'impressione esterna, la quale ha cagionato quelli in senso inverso. Sembra in oltre che essi sieno favoriti dalla influenza della luce solare. Frattanto non è questa una indispensabile condizione,

dappoichè si osservano anche delle foglie che si raddrizzano durante il giorno, allorchè dopo l'eccitamento che hanno ricevuto vengono sottratte alla luce solare. Non si possono provocare i movimenti per forza, nè col raddoppiare lo splendore dei raggi solari, nè usando una luce artificiale.

Il raddrizzamento dei picciuoli e la dilatazione delle fogliolipe non possono essere considerati quali effetti della elasticità, come giustissimamente Sigwart ha osservato, poichè avvengono ad un intervallo più o meno lungo dietro l'allontanamento della influenza esterna. Esiste d'altronde grande differenza di rapidità tra i movimenti provocati dalla irritazione e quelli che si determinano dopo il suo allontanamento. I primi sono molto più rapidi dei secondi. I corpi elastici, al contrario, i quali sono stati tolti dalla loro posizione per una violenza esterna, la riprendono con la medesima forza e prestezza, quando questa violenza cessa di agire, lo che non succede nei movimenti delle foglie delle sensitive.

La mobilità delle foglie di *mimosa* è dipendente da condizioni esterne ed interne, e variabile in ragione di queste ultime. La più importante delle condizioni interne è l'esercizio normale delle funzioni nutritive. Quanto più una pianta è robusta, germoglia con maggior vigoria, è più facile metterla in movimento mercè le esterne irritazioni, e più vivaci ancora sono i suoi movimenti. Prima del tempo del fiorire la mobilità è più considerabile, e diminuisce notabilmente dopo tal epoca. Le *mimose* sono più mobili nel mattino che dopo mezzogiorno. Dufay e Duhamel hanno osservato che le conservate nelle stufe hanno movimenti molto più tardi nell'inverno che nella estate. Fra le condizioni esterne della facoltà di muoversi si annoverano il calorico, la luce, l'aria atmosferica e le materie alimentizie. Una temperatura media dell'atmosfera è la circostanza nella quale i movimenti cagionati da un eccitamento si manifestano con più facilità e vivacità. Allorchè il calorico si eleva a sette gradi, la pianta, secondo l'esperienze di Dutrochet, non può esser messa in movimento da alcuna stimolazione, nè dalla ustione medesima. Un'aria caldissima, o i raggi brucianti del sole diminuiscono parimente la mobilità. Ho di sopra asserito che le *mimose* continuano ancora per qualche tempo ad eseguire i loro movimenti periodici secondo l'epoche della giornata, quando vengono allogate in siti oscuri, ma perdono tosto la loro facoltà di essere sensibili alle impressioni, e finiscono col divenire immote. È cosa degna di osservazione che questo effetto avviene con maggior prontezza, secondo gli esperimenti di Dutrochet, ad un'alta, che ad una media temperatura. Le *mimose* perdono la loro mobilità all'oscuro ad una temperatura di + 20 a + 25 gradi, a capo di quattro giorni; e ad una temperatura di — 10 a — 15 gradi, a capo di quindici soltanto. L'aria atmosferica e la respirazione che essa produce sotto la influenza della luce, sono necessarie alla persistenza della mobilità. Sebbene le *mimose* nel vuoto continuino per qualche tempo ad eseguire i loro movimenti periodici a norma delle ore del giorno, pure, giusta le esperienze di Dufay, Percival e Sigwart, perdono a poco a poco la facoltà motrice, mediante stimoli meccanici. La dipendenza nella quale la facoltà motrice ritrovasi con la respirazione, è stata provata anche dagli esperimenti che Ingenhouss e Humboldt hanno eseguiti sul modo, con cui le *mimose* vivono nelle diverse specie di gas. La loro mobilità diminuì e si spense nel gas acido carbonico ed azoto, mentre perdurò nel gas ossigeno. Se le *mimose* mancano di acqua o di alimenti, deteriorano nella nutrizione, e la mobilità s'indebolisce; questa sparisce totalmente nel momento in cui le piante si appassiscono. Se vengono di nuovo bagnate, si ristabilisce la mobilità. Allorchè si ferisce il fusto, in modo che scoli molto sugo, si estingue la facolta di muoversi. Bisogna aggiugnere, da ultimo, che tale facoltà vien distrutta da alcuni veleni e dalle sostanze narcotiche, allorchè queste sostanze sieno dalle radici assorbite o messe immediatamente in contatto con le foglie o con i nodi dei picciuoli. Hope, Wilson e Link asseriscono aver osservato che la mobilità vien distrutta dall'azione dell'oppio. G. F. Jaeger ha scorto che le foglie di *mimosa* cessavano di essere sensibili all'azione degli eccitanti, prima ancora di aver perduto il loro colore verde, allorchè venivano sottoposte all'azione dell'arsenico: lo stesso avvenne nelle esperienze di Becker e di Goeppert, dopo di avere adoperato l'acido prussico. Macaire-Prinsep pose delle *mimose* in contatto con delle soluzioni allungate di ossido, di arsenico e di arseniato di potassa, di sublimato, di oppio e di acido prussico; ed osservò, che queste sostanze toglievano ad esse la facoltà motrice sotto la influenza degli eccitanti.

Simili esperimenti sono stati eseguiti da Mulder col medesimo risultamento.

Questi fenomeni indicano manifestamente una certa analogia con le leggi che presiedono alle manifestazioni della irritabilità muscolare negli animali, e dimostrano che una facoltà contrattile vitale deve esser cagione dei movimenti delle foglie di *mimosa*.

Relativamente alle parti od organi, i quali producono i movimenti nelle circostanze di cui si è fatto menzione, tutti gli osservatori concordano nel dire che sono i nodi o le gonfiezze situati alla base sì dei picciuoli comuni come dei picciuoli particolari e delle fogliolino. Un certo grado di tensione si manifesta in tali parti allorchè sopravvengono i movimenti in seguito di eccitazioni, e le foglie, una volta curvate, resistono quando si tenta a restituirle nella loro primiera situazione. Si spezzano piuttosto anzi che cedere, come già l'aveva Gabagan osservato. Alcuni altri fisiologi hanno fatto la stessa osservazione. I primi esperimenti relativi alla influenza che i nodi dei picciuoli esercitano sulle foglie sono dovuti a Lindsay. Questo fisico tolse una porzione della faccia inferiore del nodo di un picciuolo comune, ed il picciuolo si raddrizzò dopo l'operazione. Su di un altro picciuolo tagliò una porzione della faccia superiore, e tosto la foglia si abbassò. Egli sottopose i nodi dei picciuoli particolari alla medesima mutilazione, ed ottenne identici risultamenti. Conchiuse da ciò che la forza la quale raddrizza i picciuoli deve aver sede alla parte inferiore del nodo, e quella che gli abbassa nella superiore.

Comparetti e Dutrochet hanno studiato la struttura dei nodi. Questi organi sono composti di un tessuto cellulare sottile, molle e flessibile, il quale contiene, con dei piccoli globetti, un gran numero di piccole cellule rotonde, piene di un liquido coagulabile, e che esternamente è coperto da un'epidermide finissima. Nell'interno di questo tessuto analogo alla materia mucosa degli animali gelatinosi, e che Dutrochet risguarda come uno sviluppamento speciale del parenchima della scorza, ritrovasi un sottile fascetto di vasi succosi e di vasi fatti a spire. Non vi si sono riconosciute delle fibre, le quali potessero essere paragonate alle fibre muscolari. Per assicurarsi se il movimento era prodotto dal tessuto cellulare molle, o dai fascetti dei vasi contenuti nel suo interno, si tolse il primo circolarmente con precauzione, lo che privò i picciuoli della facoltà di muoversi, mercè l'applicazione degli stimolanti. Da ciò chiaramente rilevasi che questo tessuto è la sede dei movimenti. Dutrochet in oltre ha ripetuto gli esperimenti di Lindsay, che, per quanto sembra, egli affatto non conosceva. Sempre ha egli osservato i pedicciuoli comuni e particolari raddrizzarsi dopo l'eccitamento di una parte della loro faccia superiore, ed abbassarsi quando la loro faccia inferiore aveva fatto una perdita di sostanza. Se toglievasi un piccolo pezzo della faccia laterale, la foglia si voltava dalla parte in cui la sostanza del parenchima era stata portata via. Avendo staccato delle linguette longitudinali dal gonfiamento del picciuolo, ed avendole tuffate nell' acqua, le vide egli che si curvavano l'una dopo l'altra in dentro nella direzione che avevano ricevuto relativamente all'asse del picciuolo, mentre divenivano convesse nella loro faccia esterna. Allorchè tuffava i pezzetti ch'egli aveva distaccato in alcuni acidi, o in una soluzione di potassa, la loro piegatura cessava successivamente, e ritornavano ad essere diritti. Egli considera l'incurvamento della sostanza dei nodi pedicciuolari come un fenomeno vitale, e chiama irritabilità vegetale la proprietà che ha questa sostanza di curvarsi in una determinata direzione. Dalle sue esperienze sul modo con cui i movimenti delle foglie di *mimosa* si effettuano in opposte direzioni, conchiude ch'essi avvengono unicamente per la piegatura del parenchima celluloso dei picciuoli, che si trova adattato nel modo di molle elastiche viventi ed opposte le une sulle altre ai diversi lati del picciuolo. La molla superiore la quale curva il picciuolo in basso, è messa in attività mercè l'azione della maggior parte delle irritazioni esterne, specialmente dalle commozioni meccaniche, dal subitaneo freddo, dal grande calorico e dagli stimolanti chimici. L'incurvamento della molla inferiore, al contrario, il quale raddrizza il picciuolo, si effettua in mancanza di tali eccitamenti e sotto la influenza di quello della luce. Quando non v'ha luce, la molla superiore raddoppia di attività ed il picciuolo si trova abbassato. Egli attribuisce le alternative di attività delle molle viventi opposte, ad una affluenza diversa del succo, verso la metà superiore ed inferiore delle gonfiezze dei pedicciuoli, di maniera che, quando le foglie sono sollevate dalla molla inferiore, in questa succede l'orgasmo, mentre, quando sono abbassate dalla molla superiore, l'orgasmo si effettua in que-

st'ultima. Una circostanza, la quale tende a provare che questi movimenti dipendono dal succo, si è appunto che la mancanza di acqua diminuisce la mobilità delle foglie, e le irrigazioni ridonano ad esse l'energia.

Da ultimo, Dutrochet ha eseguito anche alcuni esperimenti sulla trasmissione delle irritazioni di un picciuolo all'altro. Per scoprire con quale tessuto intermedio tal trasmissione si effettua, egli distrusse il tessuto corticale, i nodi dei picciuoli, il midollo, ed i fascetti dei vasi, ciascuno separatamente. Il risultato fu che gli eccitamenti non sono propagati nè dalla scorza, nè dal tessuto cellulare, nè dal midollo, e che solamente la parte legnosa con i vasi ed il succo, si adatta a tale uso. Dutrochet ha rinvenuto in oltre che la massima rapidità di questo movimento interno di trasmissione si alza a quindici millimetri per secondo nei picciuoli, ed a tre millimetri soltanto nel corpo del fusto nello spazio stesso di tempo. Lo stato della temperatura pare che non eserciti influenza a tal riguardo.

Ripetendosi gli esperimenti da Lindsay e da Dutrochet, da L.-C. Treviranus, Burnett e Mayo hanno egualmente riconosciuto che i movimenti delle foglie, nelle sensitive, sono prodotti da un'attività, la quale risiede nei nodi dei picciuoli, ed al cui sviluppamento presiede la legge dell' antagonismo. Alcune osservazioni, che di sopra sono state riferite, possono essere addotte in favore dell'opinione emessa da Dutrochet, che l'attività di questi gonfiamenti, mossi dalle irritazioni, dipende in essi dall'affluenza del succo. Di già Hooke attribuiva l'abbassamento dei picciuoli, dietro l'applicazione di uno stimolo, al riflusso del succo delle foglie con i nodi dei picciuoli Bellardi e Beccaria opinavano ancora, che i movimenti dei picciuoli in diverse direzioni provengono da una ripartizione ineguale del succo nel parenchima dei loro gonfiamenti, che, se si riceve più liquido alla parte superiore di questi ultimi, i picciuoli si abbassano, ed il movimento inverso ha luogo quando la parte inferiore ha la più grande quantità di succo. Lindsay ha osservato che i gonfiamenti dei picciuoli prendevano un colore più carico al di sotto durante l'incurvamento delle foglie. Richter ha notato che al momento in cui le foglioline si chiudono, ed in cui si curvano verso basso i picciuoli, un afflusso di succo avviene verso i gonfiamenti di essi. Questi gonfiamenti, i quali sono bianchicci e semi trasparenti durante la espansione delle foglie, divennero allora opachi, più colorati, più pieni, più gonfi. Dice in oltre di aver osservato per mezzo del microscopio che il succo si versava nei gonfiamenti dei picciuoli. A norma che le foglioline si aprivano di nuovo, e che i picciuoli si raddrizzavano, sembrava che il liquido rifluisse dai gonfiamenti nelle foglioline. Da ultimo, Burnett e Mayo hanno del pari osservato un mutamento di colore nei gonfiamenti dei picciuoli nell'atto del movimento.

Queste osservazioni dunque rendono probabilissimo, che i movimenti delle foglie in conseguenza degli stimoli, dipendono dall'orgasmo dei gonfiamenti dei picciuoli prodotto dall' affluenza del succo.

Son essi due punti importanti, su cui gli esperimenti che riferiscono non hanno affatto recato schiarimento. Perchè il succo affluisce nei gonfiamenti delle foglie in seguito degli stimoli, e perchè l'afflusso di questo liquido avviene nella parte inferiore dei picciuoli allorchè si raddrizzano, nella superiore allorchè si abbassano? Dutrochet non ha niente determinato su tali quistioni, nè le sue indagini anatomiche, nè i suoi esperimenti forniscono dei dati per risolverle. Io mi permetterò di emettere a tal riguardo la seguente ipotesi. Il raddrizzamento dei picciuoli, e lo spandimento delle foglie e delle foglioline durante il giorno sono probabilmente la conseguenza dell'affluenza del succo nei vasi dei picciuoli, delle foglie e delle foglioline sotto la influenza della luce solare e degli agenti provocatori del movimento di tal liquido verso la periferia, d'onde risulta che essi sono posti nello stato di orgasmo. Il succo che si accumula nei vasi e nel tessuto cellulare della faccia superiore dei gonfiamenti dei picciuoli, vi produce un orgasmo, onde l'abbassamento dei picciuoli ne è il risultamento. La ragione per cui, nel momento dell'orgasmo, il succo si ammassa in alcuni punti dei gonfiamenti, dipende probabilmente da una disposizione particolare dei vasi succosi, che le indagini anatomiche non hanno ancora fatto conoscere. I movimenti che si manifestano in seguito delle irritazioni apportate sulle foglie dipendono del pari da un riflusso di liquido nutritivo dei vasi periferici delle foglie verso la parte superiore dei gonfiamenti dei picciuoli; o pure gli eccitamenti esercitano sul succo medesimo una influenza che lo determina ad un

movimento retrogrado: o, ciò che è più probabile, i vasi sono dotati di una facoltà vitale a contrarsi, che gli eccitamenti inducono a muoversi. Allorchè i vasi contraggonsi e diminuiscono di calibro, il succo è slanciato dal lato dei gonfiamenti, che entrano in uno stato di orgasmo e di tensione, il quale ha per risultamento un cambiamento di direzione delle foglie. Dacchè gli eccitamenti esterni cessano di agire, il succo riprende appoco appoco il suo corso verso i vasi delle foglie, particolarmente sotto la influenza della luce solare; si osserva allora che le foglie si rialzano e si aprono di nuovo. Questa ipotesi si concilia benissimo con gli effetti delle influenze che determinano i movimenti. Tutte le influenze che favoriscono il corso del succo, come l'abbondanza di questo liquido, la luce solare ed il calorico, accrescono la mobilità delle foglie delle *mimose*. Quelle, al contrario, le quali rendono più lento e tranquillo il moto del succo, come la scarsezza di questo liquido, il freddo, l'estremo calorico, il sopraeccitamento per mezzo del fluido elettrico, diminuiscono o annientano la mobilità. Si possono addurre ancora in favore della opinione, secondo la quale una facoltà vitale di contrazione prende parte essenzialmente ai movimenti, gli effetti delle sostanze narcotiche e dei veleni, i quali certamente arrestano i movimenti, perchè distruggono la contrattilità dei vasi. La trasmissione degli eccitamenti da una foglia ad un'altra si effettua probabilmente per l'intermezzo dei vasi succosi, cui gli stimolanti pongono i primi in uno stato di contrazione, il quale si propaga in seguito più o meno lungi, a norma del grado d'impressionabilità e quello di stimolazione. Vi abbisognano più ampie indagini anatomiche sulla disposizione dei vasi nei gonfiamenti dei picciuoli, seguite da esperimenti su di sensitive viventi, per decidere se questa ipotesi è giusta.

Facciamo menzione ancora di alcune altre piante le cui foglie possono esser poste in movimento mercè gli eccitamenti.

L'oxalis sensitiva, che vegeta a Java, è quella che ha maggior analogia con le *mimose*. Le sue foglie sono pinnate, e consistono in otto a dieci paja di fogliolinе ovali, la cui grandezza va aumentando dalla base alla sommità della foglia. Secondo le osservazioni di Rumph e di Guerin, le fogliolinе sono orizzontalmente distese durante il giorno. Al tramontar del sole, esse si abbassano e si adattano le une contro le altre con le loro facce inferiori. Allorchè sono toccate prendono la medesima posizione della notte. Basta eziandio, per determinar in esse tal effetto, che vi si accosti, o si scuota la terra. Esse sono del pari abbassate nei giorni piovosi e burrascosi. Quanto più sono illuminate dal sole, più i loro movimenti sono vivi. Nel mattino sono nel massimo raddrizzamento ed aprimento, ed in tale ora non si chiudono sì facilmente sotto la influenza degli eccitamenti meccanici, come verso mezzodì, tempo in cui basta soffiarvi sopra per determinarle ad abbassarsi. Dopo di essere state irritate e di essersi abbassate, esse si raddrizzano appoco appoco alla luce del sole, e tal fenomeno dipende probabilmente dalla affluenza del succo nei vasi delle foglie.

R. Bruce ha osservato dei movimenti determinati per eccitamenti nei picciuoli dell'*averrhoa carambola,* albero che vegeta nel Bengala. Le foglie pinnate di questa pianta sono orizzontalmente distese nella giornata; frattanto la direzione di tutte le fogliolinе non è affatto la stessa, essendo talune più raddrizzate delle altre. Nello spazio di un'ora mutano esse sovente situazione, e si elevano o si abbassano, senza che siasi in ciò osservato ordine determinato. Dopo il tramontar del sole, tutte le fogliolinе s'inclinano in basso, e si toccano con le loro facce inferiori. Allorchè le foglie sono fortemente scosse dal vento, e spinte le une contro le altre, si abbassano. Se piegasi un ramo, senza scuotere le foglie, non succede movimento: ma se l'inflessione ha luogo bruscamente e sia accompagnata da scosse, le fogliolinе appoco appoco si abbassano sino al punto di toccarsi con le loro facce. Spesso le giovani foglie sdrucciolano allora le une sulle altre e si incrocicchiano. Tutte le fogliolinе inserite su di un picciuolo comune si muovono l'una dopo l'altra, allorchè si stropiccia quest'ultimo con l'unghia o con ogni altro corpo duro. Ma ciascuna fogliolina può anche esser messa sola in movimento, quando ad essa communicasi una debole scossa. Si perviene in tal guisa a far abbassare tutte le fogliolinе di un lato l'una dopo l'altra, mentre quelle del lato opposto restano diritte. Si posson ben anche muovere delle fogliolinе dell'uno e dell'altro lato. Ma, se la scossa è forte, tutte si abbassano ad un tempo, e qualche volta ancora i picciuoli vicini con es-

se. L'abbassamento si eseguisce a poco a poco, ed a capo di un quarto d'ora le parti si raddrizzano. La sede propriamente detta del movimento sta nei particolari picciuoli dell'e foglioline. Se si comprima, o schiaccisi o si tagli con le forbici una di queste ultime, senza scuotere i picciuoli, non si effettua abbassamento veruno. Quando s'irrita il picciuolo con la punta di un ago, le foglioline s'inclinano. Bruce pertugiò una foglia con una lente, senza che questa si movesse, ma, dacchè concentrò i raggi luminosi sui picciuoli, li vide tutti abbassarsi. Allorchè toglieva un pezzetto circolare ad un ramo sino al legno, in modo da interrompere totalmente la continuità dei vasi della scorza, le foglie non mutavano più posizione. La commozione elettrica, anche debole, determinava un pronto movimento delle foglie.

È cosa probabile che questi movimenti sieno cagionati da stimoli i quali cambiano il corso del succo nei picciuoli.

Le foglie della *dionaea muscipula* sono dotate di mobilità assai energica. Questa pianta, che vegeta nelle contrade ombrose e paludose del nord della Carolina è stata descritta per la prima volta da J. Ellis. Nell'intorno del suo fusto si trovano molte foglie spesse e composte di due pezzi. Il più grosso pezzo, che appartiene al fusto e che funziona da picciuolo, è spianato ed in forma di cuore allungato L'esterno, più piccolo, o la foglia propriamente detta, è rotondato e composto esso stesso da due lobi uguali, uniti alla linea mediana, in modo che può muoversi l'uno sull'altro, e guarnito di peli aspri sull'orlo. Osservasi, sulla faccia superiore, una moltitudine di piccole glandule le quali segregano un umore zuccheroso. In oltre, ciascuna metà di foglia presenta tre piccole spine disposte perpendicolarmente. Allorchè un insetto, attratto dal succo melato, si posa sulla metà superiore della foglia, i due segmenti si ravvicinano l'uno all'altro, lo racchiudono e lo penetrano con le loro armature. Secondo l'esperienze di Bonnet, le foglie di questa pianta sono mosse da ogni specie di eccitamento meccanico. I loro lobi si serrano con tanta forza l'uno contro l'altro, che non è cosa facile di scostarli senza lacerarli. La mobilità dipende dal vigore della pianta, e diviene più grande quando l'aria è calda.

Le foglie dell'*hedysarum gyrans*, pianta del Bengala, la quale è stata scoperta da Lady Mouson, e quelle dell'*hedysarum cuspidatum* manifestano due specie di movimenti, di cui alcuni, periodici, si regolano sulle ore del giorno, gli altri sono senza connessione con questi ultimi. Ciascun picciuolo porta, quando è compiutamente sviluppato, tre foglie, una in mezzo lanceolata e due laterali, più piccole, strette, situate l'una dirimpetto all' altra, le quali sono fissate al picciuolo principale per mezzo di picciuoli più corti. Il picciuolo comune è guarnito, sino ai piccoli picciuoli particolari, di peli disposti in due serie. Esso, la foglia e le foglioline, secondo le osservazioni di Linneo giovane, Pohl, Broussonnet, J.-S. Kerner, Hufeland, Gahagan ec. eseguiscono dei movimenti particolari indipendenti gli uni dagli altri. La foglia mediana sta, durante il giorno, orizzontale ed immobile. Sotto l'azione di una viva luce solare essa si drizza verso il fusto. Nel momento del crepuscolo essa curvasi da alto in basso e si adatta lungo il fusto. Allorchè il sole ricomparisce sull'orizzonte, essa raddrizzasi a poco a poco. Questo movimento è dipendente dall'influenza della luce sino a tal punto, che basta la pianta sia all'ombra per alcuni minuti acciò producesse un abbassamento sensibile della sua fogliolina mediana. Al sole di mezzogiorno e sotto l'azione della luce concentrata da una lente, che si fa agire sulla foglia, o su del suo picciuolo, essa si muove tremolante. La luce della luna e dei ceri non ha, giusta gli esperimenti di Hufeland, alcuna influenza su questo movimento, nè più di quella che vi esercitano le stimolazioni meccaniche ed il bagno elettrico. Ma se slanciasi una scintilla elettrica su di una foglia, essa a poco a poco si abbassa, e non raddrizzasi più in quel giorno: il suo drizzamento ha luogo all'indomani più tardi. La elettrizzazione continuata alcuni minuti distrugge totalmente la sua mobilità; essa resta afflosciata e finisce col morire. Le incisioni nel picciuolo del pari fanno perdere ad esso la facoltà di muoversi.

Le piccole foglie laterali sono continuamente in movimenti. Esse descrivono un arco in avanti dal lato della grande foglia, di poi un altro indietro dalla parte del picciuolo, e ciò, torcendosi nella loro articolazione col picciuolo comune. Esse percorrono in trenta o quaranta secondi lo spazio che abbiamo indicato, e stanno in riposo quasi per un minuto, dopo del quale ricomincia il movimento. L'inflessione dall'alto in basso effettuasi quasi sempre un poco più rapidamente di quella dal basso in alto. L'abbassamento avviene

qualche volta per scosse, ma l'elevazione è uniforme. Nella maggior parte del tempo le foglioline si muovono in direzioni opposte, elevandosi una mentre l'altra si abbassa, e viceversa. Alle volte una fogliolina si ferma, e l'altra continua a muoversi. Questi movimenti non si determinano che quando le foglioline sono totalmente sviluppate, ma in seguito continuano senza interruzione sì nel giorno come nella notte. Frattanto essi sono più lenti nelle notti fredde, che durante il giorno, secondo le osservazioni di Kerner. Quando il sole è caldissimo, le foglioline sovente riposano. I movimenti sono più vivi in un tempo caldo ed umido, del pari che in una calda pioggia. Il tempo della loro maggior vivacità è quello della fioritura e della fruttificazione. Passato questo tempo, divengono più lenti, e finiscono col cessare totalmente. Broussonnet ha osservato che i movimenti delle foglie duravano due a tre giorni sui rami che si tagliavano e si tuffavano nell'acqua. Hufeland ha veduto che le foglioline continuano a muoversi, anche sui picciuoli che eransi fatti abbassare per lo effetto della scintilla elettrica. Le irritazioni meccaniche, i contatti, il calorico, l'umettazione con olio e spiriti volatili, non esercitano influenza alcuna più della calamita. La elettricità produsse i seguenti effetti: le scintille sì positive come negative e le commozioni, non cangiarono affatto i movimenti: il contatto coi corpi elettrizzati, positivamente o negativamente, non ebbe maggior risultamento: il solo bagno elettrico semplice, sia negativo, sia positivo, il quale non aveva assolutamente influenza alcuna sulle grandi foglie, determinò sempre un tentennamento più vivo e più rapido delle foglioline laterali, che non solamente durò per tutta la elettrizzazione, ma persistè ancora per lungo tempo dopo Giulio non ha osservato alcuno effetto sensibile dall'uso dei due poli della pila voltaica. È cosa degna di osservazione ancora che i movimenti divennero più deboli e più lenti, dopo che Hufeland ebbe tagliato i piccoli peli dei picciuoli. I movimenti di oscillazione delle foglie sembra, come l'ammette Richter, che sieno la conseguenza di un'affluenza differente del succo, la quale produce un'alternativa di orgasmo e di vacuità nei vasi delle foglioline.

VI. *Movimenti dei fiori e degli organi genitali.*

A primo aspetto si osserva che i fiori si muovono in perfetta coincidenza con le ore del giorno, movimento che si rassomiglia a quelli delle foglie. Tali sono la elevazione e l'abbassamento periodico dei pedicciuoli, l'aprimento e la chiusura dei fiori. Secondo le osservazioni di Linneo, l'*euphorbia germanica*, finchè è fiorita, abbassa in ciascuna notte le sue pannocchie, le quali si raddrizzano nel mattino. Il *geranium striatum*, il *ranunculus polyanthemus*, la *draba verna*, *il verbascum blattaria* ec. abbassano del pari le loro foglie durante la notte. I fiori di *nymphaea*, di *lotus*, di *stratiotes*, di *potamogeton*, di *myriophyllum*, ec. si elevano al di sopra dell'acqua nella giornata, e vi s'immergono la sera.

Nella maggior parte dei vegetabili i fiori si aprono una sola volta, e restano aperti sino a che si disseccano. Molti fiori, al contrario, si aprono e si chiudono parecchie volte, lo che si effettua da essi a determinate ore del giorno. La chiusura di alcuni fiori nell'istante che annotta era conosciuta da Bacone, il quale la paragonava al sonno degli animali. Linneo ha fatto delle osservazioni diligentissime su tale soggetto. Tutti i fiori che si aprono il giorno e si chiudono nella notte erano da lui chiamati *fiori solari*, e stabilì il suo orologio di Flora su quei che si aprono a determinate ore. Pulteney, D. de Gorter, e Th. Martyn si sono del pari occupati di tale oggetto.

Le piante presentano numerose differenze relativamente all'epoca in cui aprono e chiudono i loro fiori. In molte i fiori si aprono al sorger del sole, e non si chiudono che al suo tramontare: l'*hemerocallis flava*, il *leontodon taraxacum*, la *bellis perennis*, il *papaver nudicaule* ec. ne offrono il caso. Alcune chiudono i loro fiori subito dopo mezzogiorno, quali sono appunto il *mesembryanthemum barbatum*, l'*alyssum sinuatum*, l'*alyssum alyssoides*, l'*anthericum album*, *hieracium pulmonaria*, *fruticosum*, *rubrum e latifolium*, *cichorium intybus*, *hypochaeris hispida e pratensis*, *crepis rubra*, *calendula officinalis e africana*. Altri ancora li piegano tra due ore prima di mezzogiorno fino a mezzogiorno, come il *tragopogon luteum e pratense*, le *crepis tectorum* ed *alpina*, la *scorzonera tingitana*, i *sonchus arvensis*, *oleraceus*, *alpinus*, *lapponicus*, *palustris e repens*, la *lapsana glutinosa*.

Molte piante aprono i fiori loro tra quattro a due ore prima di mezzogiorno, e li chiudono verso il mezzogiorno o appena dopo, come il *dianthus prolifer*, le *malva helvola e caroliniana*, le *portulaca hortensis e oleracea*, i *mesembryanthemum crystallinum*, *neapolitanum e nudiflorum*, la *calendula arvensis*, l'*arenaria purpurea*, l'*hieracium pilosella*, l'*hypochaeris chondrilloides*, la *drosera longiflora*, la *moraea undulata*. Alcune piante gli aprono a mezzogiorno, come il *mesembryanthemum spectabile*, o verso la sera, come l'*ixia cinnamomea*, o anche durante la notte, come l'*aenothera tetraptera e mollissima*, la *silene noctiflora*, la *mirabilis longiflora*, il *gladiolus tristis*, i *cactus grandiflorus e triangularis*.

Linneo divideva i fiori che si aprono di giorno in meteorici, tropicali ed equinoziali. Egli chiamava meteorici quelli il cui aprirsi e chiudersi variano secondo le influenze esterne, la luce, il calorico, l'umidità, ed in generale lo stato dell'atmosfera. Così i fiori delle *calendula pluvialis* e *africana*, dell'*anagallis arvensis* e di molte *oxalis* restano chiusi allorchè il cielo è coperto. Al contrario quelli del *sonchus sibiricus* non si chiudono durante la notte, quando deve piovere appena. Nei fiori tropicali il tempo dell'aprirsi e chiudersi delle foglie dipende dalla lunghezza dei giorni. I *convolvoli*, i *mesembriantemi*, e le *ossalidi* più presto nei giorni lunghi, e più tardi nei giorni brevi. Da ultimo i fiori equinoziali si aprono e si chiudono ad epoca determinata ed invariabile.

Questi movimenti dei fiori che hanno luogo in certe ore della giornata, al pari di quelli delle foglie, sembrano dipendere da un cangiamento nella vitalità delle piante, che, sotto la influenza di agenti esteriori, arrecano divario nell' afflusso dell'umore e nel grado di turgore, che ha luogo nei peduncoli. Il raddrizzarsi dei peduncoli e l'aprirsi dei fiori dipende senza dubbio da una affluenza più notevole dell'umore, e dal turgore che ne risulta. Al contrario l'afflosciarsi dei peduncoli e la chiusura dei fiori sembrano esser conseguenza di una diminuzione nell'afflusso dell'umore e della cessazione dello stato di turgore. Questo effetto da una parte può dipendere da un cangiamento periodico, a seconda delle ore della giornata nella contrattilità dei vasi umorali, d'altra parte ancora da una modificazione negli agenti esterni che determinano lo stato di vitalità ed il movimento dell'umore. L'essere i movimenti delle foglie in esatta relazione colla nutrizione e coll'accrescimento, e l'effettuarsi con maggior vivacità nelle piante di buono aspetto e vigorose che nelle malaticce e languide, dà pruova della variabilità dello stato vitale. Le piante prive di acqua aprono appena i loro fiori. Dopo l'epoca della fecondazione i movimenti periodici dei fiori cessano affatto. Essi sono distrutti ancora da varie sostanze narcotiche e venefiche, che sembrano annientare la contrattilità dei vasi umorali. La luce ed il calorico esercitano egualmente grande influenza su di essi. Gli stessi non hanno luogo allorchè la temperatura dell'atmosfera è bassissima o elevatissima. Allorchè le piante per lungo tempo vengono private di luce, i movimenti periodici dei fiori cessano, e questi non si aprono. Decandolle nelle sue esperienze sulle piante tenute in una cava illuminata di notte con lampadi, ed oscura di giorno, ha rinvenuto che le ore dell'aprimento e chiusura dei fiori cangiava in molte. Alcuni vegetabili i cui fiori apronsi nel giorno, aprivansi di notte e chiudevansi nel mattino. Altri fiori che apronsi di notte, si aprirono di mattina e si chiusero di sera. Così avvenne all'*ornithogalum umbellatum*, al *convolvulus purpureus*, *mesembryanthemum noctiflorum*, *hieracium amplexicaule*, *anthemis maritima*. I fiori delle *ornithogalum umbellatum*, che apronsi la mattina un'ora prima di mezzogiorno e si chiudono alle tre pomeridiane, si ripiegarono poscia quando furono privati della luce, e si aprirono di nuovo quando si esposero alla influenza di questo agente. In altri vegetabili i movimenti periodici dei fiori non furono cangiati dalla luce e dall'oscurità. (1)

(1) *I fitofisiologisti hanno ampiamente esaminato i fenomeni della fecondazione. Gli stami ed i pistilli che sono gli organi sessuali delle piante quando sono in perfetto sviluppamento entrano in un orgasmo più o meno notevole; l'antera sparge sullo stimma il polline fecondante che giunge al germe e lo feconda, onde nasce il frutto, e quindi le parti del fiore si appassiscono. Questi fenomeni hanno fatto parlare* degli amori delle piante *a Darwin e ad altri poeti. Tutte le notizie sulla generazione vegetale nelle piante fanerogame si possono rilevare nelle opere classiche di Mirbel, Richard, Raspail i quali si sono occupati della notomia e fisiologia delle piante più recentemente.* — Il Trad.

In alcune piante le corolle effettuano ancora movimenti dopo che sono stati irritati. Così avviene all'*ipomaea sensitiva*, secondo ha osservato Turpin. Il tessuto membranoso della corolla a campana di questo vegetabile è sostenuto da filamenti o vasi che al menomo contatto si piegano, si fan curvi e determinano la chiusura del fiore. Allontanata la cagione irritante, essi dispieganai di nuovo. Schwagerman e Bertolozzi dicono ancora aver osservato nei fiori dell'*apocynum androsaemifolium* movimenti prodotti da irritazioni. Dalle osservazioni di Roxburgh risulta che i fiori dell'*amarilli saltatoria*, pianta delle Indie orientali, descritta la prima volta da Sims, si muovono a grado massimo. Alla più lieve puntura di un insetto, alla menoma meccanica eccitazione, al più piccolo soffio di vento, effettuano movimenti oscillatorii in varie direzioni. Si può appena dubitare che questo fenomeno dipenda da una facoltà contrattile viva. La proprietà disparisce nelle piante coltivate in istufa, come si assicura.

I movimenti degli organi della generazione sono più sensibili di quelli delle corolle. In molti vegetabili all'epoca del loro sviluppamento compiuto e durante l'atto della fecondazione, questi organi effettuano movimenti i quali fanno sì che alcune parti spesso situate a notevole distanza le une dalle altre si ravvicinino e si tocchino. In alcune piante gli stami e le antere si raddrizzano ed inclinano verso lo stimma: in altre il pistillo si ravvicina alle antere, in altre ancora i due ordini di organi si approssimano scambievolmente l'uno all'altro.

Il movimento degli stami verso il pistillo sembra che sia stato osservato per la prima volta da Vaillant sulla parietaria. Linneo ha osservato nella *parnassia palustris* e nella *ruta graveolens* gli stami approssimarsi l'uno dopo l'altro allo stimma, spandere il polviscolo, e riprender poscia la loro primitiva situazione: mentre nella *saxifraga tridactylites* essi s'inclinano tutti ad un tratto sul pistillo. Simiglianti movimenti sono stati notati da Stieff sull'*amaryllis formosissima*; da Stehelin sulla parietaria: da Koelreuter, sulle specie di *ruta*, di *antirrhinum* e di *scrophularia*; da J. F. Gmelin, in moltissime singenesiche, nel *cactus opuntia* e nel *cistus helianthemum*; da Leske nelle specie di *aquilegia* e *sassifraga*. Le osservazioni più numerose all'uopo sono state fatte da F. C. Medicus e Desfontaines. Dalle stesse risulta che all'epoca della fecondazione gli stami fansi dritti e curvansi verso il pistillo, che le antere si aprono e spargono il polviscolo sullo stimma, che dopo i filamenti degli stami si rimettono nella loro primitiva situazione. Talvolta gli stami si portano gli uni appresso gli altri verso il pistillo, a seconda che il loro polviscolo è maturo: come nel *hyosciamus aureus*, nella *fritillaria persica*, nel *botumus ombellatus*, nel *polygonum orientale*, nella *scrophularia nodosa*, *aquatica*, *canina* e *lucida*, nella *tamarix gallica* ec.; talfiata essi si muovono a due a due o a tre a tre, come nelle specie di *sassifraghe*, *stellarie*, o *veroniche* e *kalmia*, nell'*alsine media*, nella *moerhingia muscosa*, nelle *swertia perennis*, nel *rhus coriaria* ec.; finalmente alle volte gli stami si portano tutti ad un tratto sul pistillo, come nel *zygophyllum fabago*, nell'*agrimonia eupatoria*, nel *ricinus humilis* e *laevis*, nell'*atropa physaloides* ec. Dei dieci stami del *sedum telephium* e del *reflexum*, soltanto cinque se ne raddrizzano, dopo i quali gli altri cinque si muovono.

Gli stami del *delphinium*, *aconitum* e *garidella* che circondano immediatamente il pistillo se ne allontanano appena che il polline è stato sparso. In molte piante le antere soltanto si drizzano, si curvano sullo stimma, fanno cadere il polline, e poscia si ritirano come nel *lilium superbum*, nell'*amaryllis formosissima*, nel *pancratium illyricum* e *maritimum* ec. Humboldt ha riconosciuto che gli stami della *parnassia palustris* si avvicinano al pistillo l'uno dopo l'altro, da principio per scosse, indi in un sol colpo, e dopo aver versato il loro polline in tre volte, si rimettono nel loro sito primitivo, finchè non si abbandonino sulla corolla.

Non è facile osservare movimenti negli organi genitali femminei come si osservano nei maschili. Linneo ha osservato i pistilli e gli stimmi inclinarsi verso gli stami e le antere nella *nigella arvensis*, nella *passiflora*, nel *tamarindus*. Medicus ha notato l'inflessione dei pistilli e l'applicazione degli stimmi agli stami nelle seguenti piante: *nigella sativa* e *orientalis*, *sida americana* e *umbellata*, *passiflora vespertilio*, *suberosa*, *minima* e *caerulea*, *oenothera repanda*, *mollissima*, *biennis* e *fruticosa*, *hibiscus malvaviscus*, *manihot*, *abelmoschus*, *africanus*, *phoeniceus* e *trionum*, *cactus hexagonus* e *grandiflorus*, *turnera ulmifolia*. Desfontaines ha rinvenuto che un movimento dei pistilli e degli stimmi verso gli stami

e le antere ha luogo ed in specie nelle piante i cui stami brevissimi sono situati al di sotto del pistillo. Egli ha veduto detto pistillo inclinarsi verso gli stami, non solamente in molti dei vegetabili precedenti, ma ancora nel *lilium candidum, martagon* e *calcedonicum*, nelle *epilobium angustifolium* e *spicatum*, nelle *collinsonia canadensis*. Siffatta inflessione ha luogo ancora nelle specie del genere *gloriosa, cymbidium* ec. I due sessi si ravvicinano scambievolmente l'uno coll'altro, secondo le osservazioni di *Medicus*, nella *boerhaavia diandra* ed in molte specie di *malva althaea, alcea* e *lavatera*.

Desfontaines risguarda questi movimenti come effetti dell'irritabilità degli stami e dei pistilli, ed opina che l'emanazioni dei liquidi generatori sono lo stimolo che produce la contrazione. Contro questa ipotesi si può opporre, che gli stami di molte piante a fiori monoici maschi come quelli delle specie del genere *urtica* si muovono parimente e che le loro antere lanciano il polline. I movimenti delle parti genitali che con tanta regolarità si effettuano, debbonsi senza dubbio considerare come il risultamento immediato dei movimenti intimi di accrescimento, aventi la loro sorgente nel progresso che fanno i vegetabili verso il loro compiuto sviluppamento, movimenti che accompagnano lo stato di turgore prodotto dall'afflusso dell'umore e le manifestazioni di una facoltà contrattile vitale. L'esterne influenze non eccitano i movimenti come stimoli, ma hanno su di essi mediata influenza, poichè costituiscono una della condizioni dell'accrescimento delle piante in generale. I nocivi effetti dei veleni sembrano accertare che una facoltà vitale contrattile prenda parte nei movimenti che si manifestano negli organi della generazione giunti a perfezione. Goeppert ha notato che gli stami della *ruta graveolens, angustifolia* e *divaricata*, della *saxifraga aizoon, sarmentosa, longifolia* e *punctata*, del *polygonum orientale*, e del *zygophyllum fabago* perdono la facoltà di approssimarsi al pistillo, di lanciare il polline, e di riprendere la loro primitiva situazione quando le piante erano state tuffate nell'acido prussico o nell'acqua di mandorle amare, ed il veleno assorbito era giunto fino ai fiori. L'umettazione immediata degli stami con liquidi venefici distrugge tosto la loro mobilità, ed essi disseccansi.

Gli organi genitali di molte piante si pongono ancora in movimento mediante esterne eccitazioni. Negli organi maschili, sieno gli stami e le antere, sieno queste soltanto, osservasi più presto un tal fenomeno. Tra i vegetabili nei quali ciò ha luogo annoveransi delle specie di *cactus, centaurea, cistus, berberis, scabiosa, cichorium, onopordum, serratula, hieracium, ventenatia* ec. Linneo, Duhamel ed Adanson hanno osservato la mobilità degli stami del *cactus opuntia*. Allorchè si toccano i numerosi stami di queste piante, che, dopo l'aprimento dei fiori, allontanansi dal pistillo, essi si ravvicinano prontamente a quest'ultimo, e si applicano in parte su di esso; indi a poco a poco ritornano al loro sito antico. Una nuova eccitazione li determina un'altra volta ad entrare in movimento. Fenomeni simili sono stati osservati da Koelreuter nel *cactus tuna*, e da *Medicus* nel *cactus hexagonus* e *grandiflorus*.

Covolo ha osservato nella *centaurea calcitrapoides*, che gli stami i quali all'aprirsi dei fiori son curvati di dentro in fuori, si portano rapidamente verso il pistillo, allorchè vengono irritati con uno spillo, e che le antere fanno distaccare il polline. Egli ha creduto osservare che questo movimento fosse accompagnato da sensibile contrazione degli stami. Pretende ancora che questi ultimi continuino pure a muoversi per qualche tempo dopo essere stati tagliati, sotto l'influenza degli stimoli. Koelreuter ha osservato simili movimenti nella *centaurea spinosa, cineraria, ragusina, eriophota* e *salmantica*. Gli stami che erano stati irritati riprendevano dopo qualche tempo la loro primitiva situazione. Si potevano far muovere più volte consecutivamente, e la loro mobilità era varia secondo la temperatura atmosferica.

Nelle specie del genere *cistus* gli stami circondano immediatamente il pistillo. Quando si tocchino o si scuotano, essi si spandono lentamente e si menano al lato della corolla, cui si approssimano molto più che quando sono stati stimolati di vantaggio. Dopo ritornano rapidamente verso il pistillo e le antere, che si aprono, lanciano il polline sullo stimma. Le scosse prodotte dal vento sono bastevoli a provocare il moto degli stami. Nella mattina i movimenti sono più energici. Quando l'aria è caldissima e secca, gli stami sono immobili. Questi movimenti sono stati osservati da Duhamel, sul *cistus helianthemum*, da Koelreuter, sul *cistus apenninus*, da Medicus e Desfontaines, su queste due specie e sul *cistus ledifolius*.

Sul *berberis vulgaris*, relativamente alla mobilità degli stami, mercè l'eccitazione, moltissime esperienze sono state eseguite da Linneo, Duhamel, Adanson, Koelreuter, Smith, Medicus, Desfontaines, Humboldt, Ritter, Hasse, Descèmet, Macaire-Prinsep e Goeppert. Si sa che i fiori di questo arbuscello hanno sei stami, che, durante il giorno, sono sparsi sul pistillo, nel fiore aperto e curvi di fuora. Durante la notte i fiori si chiudono e gli stami si applicano sul pistillo. Nel corso del giorno, quando gli stami sono meccanicamente irritati nella loro base o nella parte interna sia da insetti sia con punta di ago, si portano rapidamente verso il pistillo e fanno cadere il polline sullo stimma. Se immettesi l'ago nei filamenti degli stami, il movimento effettuasi con maggior energia, e talvolta osservansi leggiere oscillazioni. Il movimento è lento ad una bassa temperatura, e qualche volta scorre qualche tempo prima che gli stami irritati si ravvicinino al pistillo. Indi a poco essi ritornano lentamente verso i petali che hanno forma concava. Per effettuare questo movimento vi abbisognano molti minuti, qualche volta un quarto d'ora e più, ciò che varia in ragione dello stato in cui trovasi la pianta e della temperatura atmosferica. Il ritorno degli stami nel loro sito primitivo, estremamente lento in paragone della prontezza colla quale essi portansi verso il pistillo, prova che i movimenti non possono essere effetti dell'elasticità. La mobilità degli stami persiste dopo tagliata la corolla, il calice ed il pistillo; soltanto essa in tal caso non è tanto viva e completa. Questi filamenti possono esser messi in moto da stimoli meccanici dopo che si sono troncate le loro estremità.

Si è ancora esperimentato l'azione di diversi altri stimoli sugli stami. Koelreuter ha visto che la luce solare concentrata da una lente e le scosse elettriche li mettevano in movimento. Humboldt ha riconosciuto che gli stami irritati ritornavano anche qualche volta verso la corolla, nei fiori ai quali imprimevansi violente scosse elettriche, ma esse dopo non avevano l'attitudine di approssimarsi nuovamente al pistillo, quando si continuavano a stimolare. Nasse ha eccitato il movimento mercè il galvanismo della pila di Volta. Sopra rami fioriti ch'erano tuffati nell'acqua calda fino a 32 e 35 gradi centigradi gli stami subito o poco tempo dopo si portarono verso il pistillo: ma ciò non ebbe luogo nell'acqua la cui temperatura non si elevava a 10 o 14 gradi. Nelle esperienze di Ritter gli stami non furono messi in moto mercè la loro umettazione con alcool e colla tintura di oppio. Nasse e Goeppert al contrario hanno eccitato movimenti coll'etere, coll'alcool, cogli olj essenziali, coll'essenza di trementina, coll'acido acetico, coll'acido idrocianico; ma gli organi così perderono la facoltà di risentire poscia le meccaniche eccitazioni. La stessa cosa ebbe luogo quando s'introdusse dell'acido prussico, dell'acqua di mandorle amare e dell'acqua di cannella nei fiori. Macaire-Prinsep tuffò dei rami fioriti nell'acido prussico allungato; gli stami perderono la facoltà motrice sotto l'influenza degli stimoli esterni. I vapori dell'acido prussico produssero simile effetto. La mobilità fu parimente distrutta dalla tintura acquosa di oppio e dalle soluzioni allungate di ossido di arsenico, arseniato di potassa e di sublimato. Goeppert pose dei rami fioriti in diversi liquidi per provare l'azione esercitata dalle sostanze assorbite sulla mobilità degli stami. Nell'acido prussico, nell'acqua di mandorle amare, nell'ammoniaca liquida, nell'alcool, nell'etere, negli olj volatili, nell'essenza di trementina, nell'acido acetico, nell'acido idroclorico, nelle soluzioni di sali metallici, di ossido di arsenico, di acetato di piombo e di rame, del nitrato di argento e del solfato di zinco, questi organi perderono la loro mobilità quando le sostanze assorbite giunsero fino ai fiori. L'effetto non ebbe luogo nella soluzione di oppio e nelle infusioni della fava di *S. Ignazio*, di noce vomica, di belladonna e di altre sostanze narcotiche, per tutto quel tempo che i rami conservarono la loro freschezza.

È cosa degna di osservarsi che i filamenti degli stami conservarono la loro mobilità sui peduncoli privati per tre giorni e mezzo della influenza della luce.

Gli stami di altre specie di *berberis*, come del *berberis humilis*, *canadensis*, *emarginata*, *cretica* e *cristata* posseggono parimente la proprietà di muoversi allorchè sono irritate, giusta le osservazioni di Link e Goeppert.

In molte piante gli stami si muovono nel tempo del loro perfetto sviluppamento senza azione di stimoli esterni, mentre al contrario l'apertura delle antere può esser provocata da stimoli meccanici. Questo fenomeno si osserva nelle specie di *parietaria*, di *spinacia*, di *atriplex*, di *urtica* e di altri generi. J. Bauhin sembra essere stato il primo che lo notò nella *pa-*

rietaria officinalis, le cui antere lanciano il polviscolo tutte le volte che si strappano gli stami dei fiori. Morison, Ray, Vaillant, Stehelin, Linneo ed altri hanno anche osservato scoppiare le antere della parietaria mercè stimoli meccanici. I fiori ermafroditi ed i fiori mascolini di questa pianta hanno quattro stami rinchiusi nella corolla, che a poco a poco si elevano e si curvano al di fuora; se si toccano in questa situazione spandono il loro polline. La stessa cosa ha luogo quando vengono irritate le antere dei cinque stami dell'*atriplex patula*. Nelle specie del genere *spinacia*, in cui gli organi genitali si trovano in differenti fiori, i cinque stami si raddrizzano al momento che son perfetti, e si curvano di fuora: se allora vengano irritate le antere, esse si aprono. I quattro stami dei fiori maschi delle specie di *urtica* da principio sono curvati al di dentro, a seconda che addiventano perfetti si elevano e sporgono di fuora, prendendo quasi posizione orizzontale. Toccandosi le antere, si aprono all'istante e lanciano polline. Questo fenomeno è stato osservato da Stehelin, Haller, Alston, Gmelin, Medicus ed altri nelle urtiche *dioica*, *cannabina*, *pilulifera* ed altre. Fenomeni simiglianti sono stati osservati nelle antere di molte specie di *morus*, *chenopodium*, *forskaela*, *ononis*, *stachys*, *anemone*, ed altre.

Lo stimma di molte piante può esser messo in moto da stimoli esterni. Linneo ha parlato la prima volta della chiusura dello stimma aperto della *gratiola* quando viene a contatto col polline, cosa osservata parimente da Adanson. Nelle *martynia annua*, *perennis*, *proboscidea*, nelle *bignonia catalpa* e *radicans* lo stimma delle quali è composto di due lobi molto aperti all'epoca del compiuto schiudimento dei fiori, questi lobi si approssimano l'uno all'altro, giusta le osservazioni di Adanson, Koelreuter e Medicus, tanto se cada del polline sullo stimma: che se questo sia irritato mercè un ago, in tal caso l'inferiore si porta tosto verso il superiore. Il movimento è tanto più energico per quanto l'aria è più calda. Quando la temperatura è bassa ed il tempo piovoso, lo stimma rimane immobile. Movimenti analoghi sono stati osservati da Medicus nello stimma delle *lobelia syphilitica*, *erinus* ed *erinoides*, degli *antirrhinum albescens* e *glaucum*, del *cleome arabicum*, delle *justicia ciliaris* ed *hysopifolia*, delle *lavandula latifolia*, *multifida* e *spica*, della *scrophularia lucida*. Lo stimma del *mimulus guttatus* apparisce anche mobilissimo allorchè viene irritato secondo l'esperienze di Kielmeyer, e quello del *mimulus glutinosus*, giusta le osservazioni di Braconnot. Il pistillo dello *stylidium graminifolium* gode ancora mobilità notevolissima. Nel fiore aperto è arcuato al di sopra del labbro rovesciato della corolla, in guisa che lo stimma si trova a contatto colle antere; se vien toccato leggermente verso la sua base, tosto si raddrizza. A capo di qualche tempo esso si rimette nel suo sito primitivo. Se venga nuovamente irritato, il movimento si rinnova: ma, eccitandosi frequentemente, perde la sua vivacità e la forza.

Goeppert nelle sue esperienze dirette ad osservare gli effetti dell'azione dell'acido prussico sulle piante, ha notato che lo stimma della *bignonia catalpa*, della *martynia proboscidea*, e dei *mimulus glutinosus* e *guttatus* perdeva la sua mobilità mercè detto acido, tanto tuffandovisi la pianta stessa che esponendola ai suoi vapori.

I movimenti prodotti da stimoli negli organi genitali dell'uno e dell'altro sesso non si possono considerare che quali effetti della sola e medesima facoltà contrattile vitale insita a questi organi, e messa in moto da eccitazioni diverse. L'influenza dei veleni sulla estinzione di questa facoltà è un argomento che appoggia la nostra ipotesi. La contrattilità in disamina probabilmente ha sua sede nel tessuto cellulare (1).

Le cassule (2) mature di alcune piante, dei generi *balsamina*, *cardamine*, *denta-*

(1) *L'insigne autore saggiamente dice che la contrattilità che gli organi genitali delle piante manifestano sia probabilmente dovuta al tessuto cellulare. Lungi dal ritenere questa idea per probabile, bisogna averla per certa, poichè nei vegetabili il tessuto cellulare è il solo che gode facoltà contrattile ed espansiva, e costituisce la parte che manifesta esclusivamente la vita vegetale sotto l'influenza degli stimoli: anzi il tessuto stesso variamente modificato rappresenta il tessuto vascolare dei vegetabili. Non vi sono nei vegetabili altri tessuti od organi cui si potesse riferire la contrattilità.* — Il Trad.

(2) *Le frutta delle piante suindicate son dette capsule, ma nel puro senso fito-*

ria, *momordica*, *impatiens* ec., come notò Tournefort, effettuano movimenti anche sensibili quando son toccate; esse si aprono e lanciano in lontano le semenze, mentre i segmenti delle loro proprie pareti si avvolgono a spira. Sebbene questi movimenti dalla maggior parte degli scrittori di fisiologia vegetale sieno stati risguardati come semplici fenomeni di elasticità, sembra che essi dipendano anche da una facoltà contrattile vitale del tessuto cellulare. Ciò che consolida questa opinione si è che la proprietà in disamina viene abolita dai veleni. Carradori tuffò delle frutta di balsamina nell'acqua di lauro ceraso, e riconobbe che le stesse aveano perduto, mediante dett'acqua, la facoltà di rompersi con rumore sotto l'influenza di uno stimolo meccanico, mentre quelle immerse nell'acqua fredda rimanevano mobili. Dietro le esperienze di Goeppert sulle silique della *cardamine pratensis* e della *dentaria enneaphylla*, le stesse perderono la mobilità nell'acido prussico. Questo fisico considera ancora il fenomeno come una manifestazione della vita prodotta dalla contrattilità del tessuto cellulare. Dutrochet attribuisce i movimenti alla proprietà che ha il tessuto vegetale di curvarsi quando ha un certo turgore. Secondo le di lui ricerche ciascuna valva di una cassula è formata da strati concentrici di piccole vescichette che vanno sempre a diminuire dalla periferia al centro. Egli pretende che la tendenza a curvarsi dipende dalla ineguaglianza del gonfiamento tra gli strati composti di grandi e piccole vescichette, da che una cagione qualunque determini uno stato di turgore. Questa teorica meccanica non si accorda colla maniera di operare dei veleni.

VII. *Movimenti delle piante, i quali dipendono dallo stato igrometrico dell'aria.*

Finalmente nelle piante vi sono movimenti che dipendono dallo stato igrometrico dell'atmosfera e della sua influenza sul tessuto vegetale, e che in questi corpi si osserva tanto durante la vita che dopo morte. La *carlina vulgaris* ne offre un notevole esempio secondo Bierkander. Questa pianta si dissecca dopo la fioritura, e persiste colle sue foglie e suoi calici fino al corso dell'anno seguente. Durante questo intervallo il calice si contrae quando il tempo è umido e coperto, mentre, allorchè è secco ed il cielo è puro, si apre e si spiega in direzione orizzontale. L'*anastatica hierochanthina* secca presenta fenomeni dello stesso genere. I movimenti delle setole della *fumaria hygrometrica*, quelli delle barbe della *stipa pennata* e dell'*avena fatua*, quelli di molti geranii sono igrometrici, e servono come igrometro. Forse si debbono fra questi annoverare ancora quelli della *porliera hygrometrica*, i quali si chiudono gli uni contro gli altri all'approssimarsi del tempo piovoso. Bisogna riferirvi ancora quelli delle cassule dei muschi e delle semenze della *fungermannia* e della *marchantia*.

CAPITOLO III.

Delle cagioni e delle forze che determinano i movimenti dei corpi viventi.

Tutti i corpi viventi, i vegetabili e gli animali effettuano movimenti come risulta dai fatti esposti nei capitoli precedenti. Ogni atto della vita sembra essere accompagnato da cangiamenti di luogo: alcuni dei quali possono essere osservati immediatamente per mezzo dei sensi; mentre, quanto agli altri, siamo obbligati a dedurre la loro esistenza dai fenomeni che non sono comprensibili senza movimenti, come quelli di formazione, di nutrizione, di accrescimento e le funzioni dei nervi. I movimenti dei corpi vivi non possono essere considerati nè come effetti della gravità, nè come risultamenti di una impulsione meccanica esterna. Non si è potuto finoggi darne ragione in modo soddisfacente mercè le attrazioni e ripulsioni che si effettuano col giuoco di chimiche affinità. Fisici e medici di alto merito li risguardano, in conseguenza, come fenomeni a parte e prodotti da forze di specie particolare, che hanno il loro fondamento nella costituzione speciale dei corpi nei quali si osservano. Ma se noi cerchiamo sapere quali sieno queste forze, sotto quali condizioni e secondo quali leggi esse operano, noi ci imbattiamo in alcune quistioni intorno alle quali trovansi opinioni e teoriche le più disparate, e che hanno dato luogo alle più vive controversie. Prima che io sviluppassi le idee che mi son proprie, credo necessaria cosa esporre brevemente le più importanti ipotesi im-

gnostico non conviene loro tale denominazione, poichè sono silique e piccole zucche, e non cassule; ben vero conviene loro il nome di frutti cassolari. — Il Trad.

maginate per darsi contezza delle forze motrici dei corpi viventi e discuterle, onde far rilucere le verità concordanti coll'esperienza che le comprende, e dinotare gli errori che hanno potuto sfuggire.

Glisson fu il primo fisiologo che attribuì positivamente agli animali una forza speciale determinante i movimenti. Egli chiamò questa forza *irritabilità*, perchè la stessa è messa in azione da influenze diverse, da lui dette *cause irritanti*. Egli distingueva in essa la facoltà di sentire siffatte cause irritanti, o di esser cangiata, affettata dalle stesse, e la tendenza a reagire contro le eccitazioni per via di movimenti di contrazione. La percezione delle cagioni irritanti sembravagli differente dalla sensazione, perchè il cuore ed il canale intestinale si muovono in occasione delle eccitazioni che agiscono su di essi, senza che il fenomeno sia accompagnato da sensazione. Queste parti non che i muscoli son messi in movimento da diversi stimoli, anche per lungo tempo dopo che sono stati allontanati dal corpo. Nondimeno la percezione di una irritazione può essere anche accompagnata da sensazione, come nella stimolazione di un nervo. Glisson ammetteva tre specie di percezioni di cause irritanti e d'irritabilità, la naturale; la sensitiva, e quella che dipende dalla volontà. La prima o la naturale appartiene alla fibra animale in generale, non che al sangue ed agli umori. Nella seconda l'azione delle impressioni esterne o delle irritazioni sulle fibre irritabili operasi mercè i nervi irritati. Finalmente la terza è determinata dall'appetito animale o volontà, mettendo il cervello in movimento i muscoli mercè una irritazione esercitata nell'interno. A tutte queste considerazioni Glisson aggiunse osservazioni preziose sui gradi dell'irritabilità e sulla sua variabilità in diverse circostanze.

La teorica di Glisson, relativamente ad una forza motrice organica o vitale insita agli animali che è spinta a mettersi in giuoco mediante esterne irritazioni o per irritazioni interne ingenerate nel corpo vivo stesso, non trovò partigiani fra suoi contemporanei, i quali furono abbagliati dalla *chimiatria*, e dagli *jatromatematici*, e non fu valutata giustamente che nel secolo seguente.

Stahl che ebbe il gran merito di far risorgere la differenza esistente tra gli esseri viventi, specialmente tra gli animali ed i corpi privi di vita, e di fissar l'attenzione sulle particolarità che i primi presentano nella loro struttura ed intima composizione, risguardava l'anima come cagione fondamentale della vita e dei movimenti che vi si effettuano. In verità Cartesio e Vanhelmont aveano già opinato analogamente, opinione sostenuta con più precisione ancora dai due celebri jatromatematici Borelli e Perrault, i quali consideravano l'anima come la causa dei movimenti degli animali, e cercavano di far risorgere la sua influenza sopra tutte le funzioni. Nulladimeno Stahl sostenne e sviluppò questa teorica con maggior zelo ed in modo più conseguente, in guisa che può riconoscersi come il vero fondatore del sistema dell'*animismo* in fisiologia. Secondo lui il corpo animale, come tale, non ha la facoltà di muoversi, ma è messo in moto da una sostanza immateriale, dall'anima, che opera mediante il sistema nervoso. L'anima produce e forma anche il corpo e lo mantiene nel possesso delle sue proprietà. Tutti i movimenti effettuati per mezzo dei muscoli tanto volontarj che involontarj sono prodotti dall'anima, i primi colla coscienza e riflessione, i secondi senza coscienza. Indipendentemente dal moto muscolare, Stahl ammetteva nelle altre parti molli dei movimenti, prodotti da tensione e da rilasciamento, da lui detti tonici. Per siffatti movimenti il sangue scorre nei vasi, e gli umori nei dutti escretorj delle glandule e nel tessuto cellulare. Essi concorrono alla nutrizione ed alla separazione degli umori. Stahl li risguardava ancora come effetti dell'anima. Ogni esterna irritazione che opera su qualsiasi organo dapprima determina una modificazione nell'anima e la sollecita ad esercitare sull'organo irritato una reazione che manifestasi per via di movimenti. L'azione di alcuni stimoli sull'anima è oscura e vaga per modo, che non se ne può concepire l'impressione; la reazione dell'anima è del pari vaga ed oscura in guisa che non si effettua con coscienza. Questo sistema fu abbracciato con ardore da Carl, Coschwitz, Gohl e Platner in Germania: sostenuto da Porterfield, R. Whytt e Darwin in Inghilterra, e modificato parzialmente da Sauvages in Francia.

Forti obiezioni si elevarono contro una teorica che rappresenta il corpo animale, la sua organizzazione e la sua parte materiale come sprovvisti di forza e di energia. A torto Stahl ammetteva la identità dell'anima, cioè di una delle cause che effettuano i movimenti, colle forze provocanti gli stessi. Quantunque non si possa negare che gli animali si determinino spontaneamente a taluni movimenti per il

principio che è in essi la sorgente della sensazione e della percezione, pure non ne segue che l'anima gli effettui ancora, e che essa dia la spinta a tutti i movimenti. Noi non possiamo risguardarla che come una cagione per la quale le forze motrici mettonsi in giuoco, ed è impossibile ravvisare in essa la forza medesima che determina i movimenti. Ciò che prova che siffatta forza e l'anima differiscono l'una dall'altra quanto alla loro essenza si è, che i muscoli, il cuore e tutte le parti provvedute di muscoli, lo stomaco ed il tubo intestinale, continuano anche per qualche tempo dopo essere stati separati dal corpo ad effettuare i loro movimenti, quando sono irritati. Se in simil caso la forza motrice fosse la stessa che l'anima, bisognerebbe supporre la divisibilità di questa al momento in cui la parte vien distaccata dal corpo: cosa contraria all' idea fondamentale della sua unità ed indivisibilità. D'altronde noi osserviamo movimenti e manifestazioni di vita nelle piante, che non offrono alcun fenomeno che possa risguardarsi con qualche verosimiglianza come effetto dell'anima. Stahl e alcuni suoi partigiani tentarono di confutare l'obiezione, con dire che le manifestazioni vitali di questi corpi sono il risultamento di un meccanismo. Ma noi non possiamo accogliere questo mezzo di difesa, perchè osserviamo nei vegetabili e negli animali delle proprietà comuni agli uni ed agli altri, che li distinguono essenzialmente dai corpi privi di vita. E. Darwin, appoggiandosi sopra apparenze, neanche si fece scrupolo di considerare le piante come esseri sensitivi.

La dottrina di Glisson relativamente ad una forza insita ai corpi organizzati, che sotto il nome d'irritabilità promuove i loro movimenti, fu sviluppata da Gorter, che ingrandì anche il campo di questa forza, stabilendo che non solo gli animali ma ancora i vegetabili hanno la proprietà di far movimenti per le cagioni irritanti. Quest'ultimo ammetteva in tutte le parti dei corpi viventi un principio che effettuava i movimenti sotto l'influenza dell' eccitazioni, e che egli distingueva dalla elasticità e da tutte le altre forze fisiche che producono dei fenomeni meccanici o chimici. Siccome nelle piante osservansi anche movimenti che si eseguiscono dietro irritazioni, questo interno principio di attività non può esser confuso coll'anima nè colla forza nervosa, non esistendo nè l'una nè l'altra nei vegetabili. D'altronde Gorter trattò in una maniera più precisa delle irritazioni che eccitano i movimenti vitali.

F. Winter e Lups camminarono sopra queste tracce. Il primo considerava la irritabilità come forza insita a ciascuna fibra del corpo animale che può esser messa in attività, non solo dall'influenza dei nervi, ma ancora da irritazioni di specie diverse. Al contrario l'altro si fissò a far vedere che l'irritabilità appartiene ancora ai vegetabili, perchè essi dopo essere stati irritati, effettuano alcuni sensibili movimenti. Così egli spiegava in particolare i movimenti delle antere per l'irritabilità. Gaub attribuiva anche una forza motrice ai solidi vivi, muscoli, nervi e tessuto cellulare, ed al pari di Glisson faceva una distinzione tra la facoltà di esser affetta da cagioni irritanti e quella di reagire contro queste cause medesime. In verità egli supponeva la forza mobile nei solidi, ma pure concedeva che la medesima deve già esistere in parte nei liquidi, a spese dei quali formansi le parti solide.

Sebbene i movimenti dei corpi organizzati sieno stati risguardati dai fisiologi e medici citati come effetti di una forza speciale insita alle parti vive e che distinguevano benissimo tanto dalle forze fisiche generali che dall'anima, pure aveano sì poco scelto per subietto di osservazione i movimenti che sopravvengono nei corpi vivi e nelle loro varie parti sotto l'impero delle irritazioni e la maniera colla quale questi movimenti si effettuano, che l'irritabilità, da essi risguardata come principio di tutti i movimenti organici, era considerata piuttosto come qualità occulta, ipoteticamente ammessa, che come una facoltà organica fondamentale di cui fu dimostrata l'esistenza. Questa circostanza determinò Haller ad intraprendere osservazioni ed esperienze relativamente all' azione delle cagioni irritanti sulle diverse parti animali, ed ai cangiamenti prodotti dalle stesse. Egli pose allo scoperto muscoli, nervi, il cuore, vasi, membrane, ligamenti, cartilagini, ossa, glandole, visceri di animali viventi di diverse classi, e sottopose questi organi a moltissimi agenti diversi meccanici o fisici, a fine di provare gli effetti prodotti dagli stessi nelle parti. Egli credè essere autorizzato dalle sue esperienze numerose e svariate a stabilire le proposizioni seguenti. La fibra organica, in generale ed in tutte le parti solide degli animali e delle piante, possiede in diversi gradi la proprietà di riprendere la sua situazione primitiva, dopo che si è allontanata la cagione che su

di essa ha operato, allorchè una forza esterna la distrae senza oltrepassare certi limiti. Questa proprietà da lui chiamata *contrattilità* dipende soltanto dalla costituzione materiale e dalla tessitura organica. La non si può considerare come una forza dei corpi viventi, poichè essa manifestasi ancora nelle parti dopo estinta la vita. Dunque Haller vedeva in essa una forza morta identica alla elasticità. Il dilatamento dei bordi di una ferita, quello dei vasi sanguigni tagliati a traverso, ed il ristringimento dei vasi stessi sembravangli essere parimente semplici effetti della contrattilità. Secondo lui i muscoli degli animali viventi posseggono soltanto la proprietà di contrarsi e fare movimenti oscillatorii quando si sottopongono a cagioni irritanti di diverse specie. Questi movimenti sono fenomeni vitali, poichè, alla morte di un animale o poco tempo dopo, i muscoli non possono esser messi in attività mercè le irritazioni.

La proprietà inerente ai muscoli vivi di contrarsi quando sono irritati fu chiamata *irritabilità* da Haller, il quale la risguardava come forza insita solamente alla fibra muscolare vivente, differente da tutte le altre forze, la cui cagione è ignota. Tutte le altre parti, nervi, vasi, membrane, glandole, tendini, legamenti cartilagini, ossa, non sono irritabili, perchè Haller non osservò in esse movimenti nel corso delle sue moltiplici esperienze. Indipendentemente dai movimenti nei muscoli vivi irritati, questo fisiologo osservò delle manifestazioni di senso e di dolore quando irritava alcune parti munite di nervi o faceva operare cagioni irritanti sui nervi stessi. Egli considerava la sensazione come proprietà vitale particolare dei nervi e del tessuto nervoso, dandole il nome di forza nervosa o sensibilità. Gli fu impossibile di vedere alcun movimento nei nervi irritati, e nondimeno egli concedeva che, forse, nella sensazione e nelle manifestazioni della vita dei nervi, un fluido sottilissimo, il fluido o spirito nervoso, trovasi in movimento. Così nella teorica di Haller i movimenti hanno luogo nelle parti organiche irritate, che si manifestano per la contrazione ed espansione, essendo il solo carattere in cui si può riconoscere l'esistenza dell'irritabilità; e questa forza era limitata unicamente alle fibre muscolari.

Sebbene non si possa troppo valutare il merito di Haller in studiare e distinguere gli effetti delle cagioni irritanti per via dell'osservazione e dell'esperienza meglio di quello che lo aveano fatto i suoi predecessori, pure non si può sconvenire che egli considerò il suo subietto sotto un punto di veduta troppo limitato, ammettendo altro effetto per parte di queste cagioni applicate ai corpi viventi, come la sensazione mercè i nervi ed il movimento mediante i muscoli, e considerando la irritabilità e la sensibilità come le sole forze della vita. Vi sono molte parti nel corpo animale che, quando vengono irritate, non si mostrano nè sensibili nè irritabili nel senso Alleriano, alle quali noi non dobbiamo negar vita, perchè osserviamo in esse fenomeni di formazione e di nutrizione. Se le due forze stabilite da Haller fossero le sole condizioni della vita, saremmo obbligati a togliere dal numero dei corpi vivi i vegetabili che ne sono privi. D'altronde le prime manifestazioni della vita nei germi degli animali consistono in semplici fenomeni di formazione e di accrescimento, che sono accompagnati da movimenti, senza che si possa scoprire alcuna fibra muscolare in questi germi medesimi. Dalle operazioni della formazione dipende l'apparizione dei muscoli e dei nervi nei quali si manifestano la contrattilità muscolare e la sensibilità. Noi vediamo ancora che i fenomeni di formazione e di nutrizione degli animali e dei vegetabili dipendono da influenze o irritazioni esterne e sono soggetti a variare in certi limiti. Gli organi secretorj, le glandule, le membrane mucose, sierose e sinoviali, sebbene non abbiano fibre muscolari, sono egualmente determinate a mettersi in giuoco per mezzo di cagioni irritanti che operano sugli stessi. Haller ha commesso anche un errore nell'aver rifiutato a semplici effetti dell'elasticità i fenomeni contrattili del tessuto cellulare, dei vasi, dei dutti escretorj e delle membrane. Così noi vediamo animali composti unicamente di tessuto mucoso, che si muovono dopo essere stati irritati. Oltracciò, alcune piante offrono movimenti ad onta che sieno sprovveduti di muscoli. La proprietà che hanno gli animali ed i vegetabili di essere affetti dalle cagioni irritanti e di mostrarsi attivi per via di movimenti, non può dunque essere riferita alla irritabilità Alleriana, la cui idea è stata pur troppo limitata. L'irritabilità, in tutta l'ampiezza del termine, non appartiene soltanto ai muscoli, ma ancora a tutte le parti dei corpi organizzati, ciò che non costituisce il caso della irritabilità presa nel senso che Haller vi annetteva.

Con la dottrina di Haller si elevò una controversia che si è sostenuta con molto calore per mezzo secolo, e di cui i punti fondamentali di quistione non sono stati ancora messi in chiaro Mentre Zimermann, Oeder, Battie, Pozzi, Cigna, Fontana ed altri ottenevano colle loro sperienze risultamenti uniformi a quelli di Haller quanto alle principali circostanze, e sostenevano le loro opinioni relativamente all' irritabilità ed alla sensibilità come forze fondamentali della vita degli animali, Whytt, Bianchi, Lorry, Arrigori, Cullen, Dehaen, Unzer, J. A. Schaeffer ec. attaccavano energicamente questa teorica. Essi attribuivano l' irritabilità non solo ai muscoli, ma bensì al tessuto cellulare, alle membrane, ai vasi ed ai nervi. Credevano ancora dover ammettere che la irritabilità è identica alla forza nervosa o che la prima sia solamente la conseguenza o l' effetto della seconda. Essi pretendevano che le irritazioni le quali mantengono dei movimenti nelle parti animali operano unicamente sui loro nervi e che questi debbono produrre anche i movimenti al pari che tutte le funzioni del corpo animale. Questa dottrina che eleva la forza nervosa in forza fondamentale della vita animale si approssima al sistema di Stahl. Essa differisce essenzialmente da questo ultimo in quanto che i suoi partigiani accordano alle cagioni eccitanti il potere di fare impressione sui nervi indipendentemente dall' anima e senza produrre sensazione, come pure di provocare movimenti in queste parti senza il concorso della anima. Non essendo nè convenevolmente poggiata sulla esperienza, nè applicabile alle piante, essa fu poco ricevuta dai fisiologi e dai medici, e fu tosto eliminata da altre ipotesi nuove.

Molti fisiologi, studiando le proprietà degli animali e delle piante, e paragonandole con quelle degli esseri inanimati, si convinsero che i movimenti e tutte le altre manifestazioni di attività dei corpi organici differiscono da quelli dei corpi inorganici o dalle loro cagioni e dal modo onde si effettuano. Essi biasimarono ogni tentativo diretto a spiegarlo mercè le forze fisiche generali. Le forze ammesse dai fisiologi citati, l'anima, la irritabilità di Glisson, la irritabilità e la sensibilità di Haller non sembrarono loro sufficienti. I medesimi crederono dunque doversi ammettere una forza fondamentale da cui dipendono tutte le manifestazioni della vita, che spiega la sua attività sì nelle piante come negli animali, e che essi distinsero col nome di forza vitale o principio vitale. Secondo questi siffatta forza inerente ai corpi organizzati produce tutti i fenomeni della vita operando in diverse maniere e direzioni. Come forza formativa o plastica la medesima costituisce negli animali e nei vegetabili la facoltà che hanno gli individui di conservarsi mercè la nutrizione e mantener la specie mediante la generazione. Al pari della irritabilità la stessa dà alle parti contrattili delle piante e degli animali la suscettibilità ad essere affette da cagioni irritanti ed a reagire contro queste cagioni per via di movimenti consistenti in contrazione e raccorciamento. Nei soli animali la medesima si manifesta nei nervi come sensibilità o come facoltà di ricevere e trasmettere impressioni, come facoltà atta ancora a produrre eccitazioni che determinano movimenti nelle parti contrattili e altri effetti in altre parti. Indipendentemente da queste differenti manifestazioni della forza vitale i suoi partigiani ammettono ancora negli animali un principio spirituale, cioè la anima, che concorrendo col suo operare insieme al principio vitale, dà luogo a tutti i fenomeni intellettuali.

La forza vitale, come proprietà comune a tutti i corpi vivi, manifestasi con ispeciali modificazioni o di un modo particolare in ciascuna specie vegetabile o animale, e da ciò risultano le particolarità che le diverse specie offrono nella loro organizzazione, composizione, e nei loro fenomeni vitali. Barthez, Fryer, Blumenbach, Hufeland, Sprengel, Braudis, Roose ec. sostennero caldamente questa teorica. Ammettendo così una forza vitale essi crederono aver soddisfatto alle esigenze della ragione, che tende a ricondurre ad un principio di unità le innumerevoli diversità che si osservano nei fenomeni della vita. Ma guardandole da vicino vedesi che questa forza fondamentale semplice non è che una qualità occulta, della cui esistenza, della cui maniera di operare, della cagione la quale fa sì che essa si manifesti talvolta come principio plastico, talvolta come principio motore, e talvolta in fine come sensitivo, essi non rendono conto.

I fisiologi, le cui teoriche al presente espongo, si abbandonarono a congetture contradittorie tutte le volte che tentarono di rintracciare la cagione della forza vitale. Alcuni la riguardarono come una forza semplice, immateriale, affatto sottratta alle nostre investigazioni, che si associa alla materia in talune circostanze, e la sollecita a produrre effetti di particolar natura. Altri la considerano come risultamento di una speciale combinazione dei

materiali che entrano nella composizione dei corpi vivi e delle loro forze, tanto chimiche che meccaniche, o per esprimere tutto in una sola parola, delle loro forze fisiche generali, e fanno derivare la vita dal misto e dalla forma. Taluni opinano finalmente che l'ossigeno o l'elettricità sieno il principio della vita. Da ciò segue che il considerare la forza vitale come causa prossima dei movimenti che hanno luogo nei corpi vivi, non sarebbe soddisfacente.

Verso la fine del passato secolo la dottrina della forza vitale stabilita da questi fisiologi fu scossa da Brown. Questi riconobbe, meglio che i suoi predecessori, la dipendenza della vita da esterne influenze che operano su di essa, cioè il calorico, l'aria, l'acqua, gli alimenti e la luce. Egli la risguardò per conseguenza come uno stato quasi passivo, e dipendente dalle cose esterne. Cercò la causa che mette in attività i corpi viventi per mezzo delle influenze esterne, da lui chiamate *incitamenta, stimuli, potentiae irritantes,* nella proprietà che quegli hanno e di essere affetti dalle potenze irritanti, e di reagire su di esse. Egli diede il nome d'*incitabilità* a questa proprietà, e l'attribuì esclusivamente alle parti solide, ai muscoli, ai nervi, ed a tutti gli organi. Gli umori non gli parvero incitabili nè viventi, e non vedea nei medesimi che forze incitanti interne, fra le quali annoverava ancora le manifestazioni dell'anima. Egli considerava l'*eccitabilità* elevata a principio della vita, come una forza fondamentale inerente ai corpi inorganici, sulla natura della quale nulla possiamo sapere, e la cui esistenza si fa a noi manifesta dall'azione delle forze incitanti, cioè dall'incitazione. Ciascun essere vivente nel tempo della nascita riceve certa quantità di tal forza, che vien distrutta da tutte le forze incitanti che agiscono su di essa più o meno tardi, secondo la loro maggiore o minore energia, e il cui annientamento produce la morte, che può ancora aver luogo per difetto d'incitazione.

Per quanto Brown intendea con chiarezza e con esattezza le condizioni esterne della vita e la dipendenza che questa ha colle circostanze esterne, per altrettanto le sue vedute erano vaghe ed inesatte riguardo alle condizioni interne. Egli allogava i corpi viventi nel numero di semplici macchine che sono messe in giuoco da influenze esterne, e ad essi negava ogni principio interno di spontanea determinazione. Questi corpi non sussistono al certo che mercè un continuo conflitto fr essi e le cose esterne, e queste le fann entrare in azione, ma essi spiegano i ciò un'attività che loro è propria, giacch l'incitazione, come reazione contro le pc tenze incitanti, dipende dallo stato dell loro forze. Da ciò segue che la relazion tra gli organismi e le potenze eccitan non è soltanto passiva, ma bensì attiv Brown perdè interamente di vista l'esser za dei corpi organizzati quando consider i solidi soltanto come vivi e gli umo come morti, come godenti solamente l qualità di stimoli, mentre tutte le par che entrano nella composizione di n corpo vivo reagiscono scambievolmente l une sulle altre, e per ciò soltanto pu mantenersi la vita. Oltracciò gli umo sono le materie da cui i solidi si form no e che mantengono lo stato d'incitab lità di questi ultimi nel lavoro della n trizione. Nel proclamare l'eccitabilità co me forza fondamentale della vita, Brow ebbe riguardo alle sue proporzioni sott l'aspetto della quantità, circostanza che se la non basta per ispiegare le differenz che i corpi viventi offrono nella loro com posizione, configurazione, organizzazion le manifestazioni di forza. Sebbene i co pi viventi ed eccitabili non ispieghino a tività che nelle occasioni di esterne in fluenze, pure non si potrebbero giammai secondo la natura di queste influenze ch presso a poco sono le stesse per tutti, non già in proporzione della eccitabilit toccata ad essi, concepire le modificazion che questi offrono nella loro formazion organizzazione, composizione ed azioni Ciascuna specie vegetabile ed animale pre duce ancora delle potenze incitanti, s forma e si sviluppa a suo modo, e mani festa la sua attività in speciale maniera di che la cagione non può essere nell quantità proporzionata d'eccitabilità, n nella somma degl'incitanti esterni, ma u nicamente nella qualità, o nella natur delle loro proprie forze. Brown non h neanco sospettato le differenze che offr l'attività interna, di cui la vita dei diver si corpi organizzati è il prodotto sotto l influenza di agenti esterni o d'incitanti. I suo sistema è vizioso eziandio in quant che ammette la uniformità generale dell incitabilità nell'intiero organismo ed in tutte le sue parti, mentre che ciascun parte effettua una funzione che ad essa propria, vien mossa mercè le influenze incitamenti speciali, e concorre per ci alla conservazione della vita. Non si com prende, in questo sistema, perchè un cor

po vivente contenga dei tessuti, degli organi, degli apparecchi diversi.

Facendo della incitabilità la forza fondamentale della vita, Brown non si occupò per niente ad indagare da quale stato dei corpi organizzati questa forza dipenda, come ed in quali circostanze i corpi dotati d'irritabilità nascano con le loro parti solide e liquide; qual parte i diversi liquidi e solidi, i tessuti, gli organi e gli apparecchi prendono per la conservazione della irritabilità; nè perchè, generalmente considerati, essi sono necessarj ad alcuni stati della vita. Non si scorge affatto con qual mezzo i corpi viventi circondati da incitanti esterni, i quali tendono a distruggerli, pervengano a conservarsi ed a rimanere incitabili per qualche tempo. Brown ha lasciato da banda la quistione di sapere ciò che avviene negli organi durante l'azione delle potenze incitanti, e perchè la incitazione diminuisce la loro incitabilità, ed in fine la distrugge. La reazione delle parti viventi e la loro incitabilità, sono diminuite dalla impressione delle potenze incitanti, ma la quiete le ristabilisce. Donde proviene questo effetto? Questo è appunto quello di cui Brown non si è affatto occupato. In breve, egli non ha risguardata affatto la condizione interna del mantenimento e della conservazione della incitabilità.

I partigiani della dottrina browniana hanno cercato tutti i mezzi a correggere alcuni difetti di tal sistema; considerando la incitabilità come il prodotto di due fattori, la facoltà di sentire gl'incitanti, (capacità di sentire), e quella di agire (spontaneità), e ricercando le relazioni di questi due fattori, sì dell'uno con l'altro che con i diversi stati dell'organismo e potenze incitanti, essi hanno supposto eziandio una modificazione della incitabilità e dei suoi fattori negli apparecchi, negli organi, nei tessuti, e notato le differenze che presenta l'azione delle potenze incitanti su di essi. Ma essi non sono giammai pervenuti ad allontanare le obbiezioni che di sopra ho esposto. Ci asteniamo dunque presentarne delle altre contro un sistema che incomincia ad essere dimenticato, e nel quale alcuni medici non hanno che troppo tardi sperato di rinvenire le vere basi dell'arte di dar guarigioni.

Per quanto discordanti sieno nei loro principj le dottrine fisiologiche di cui ho schizzato il quadro, convengono ciò non ostante tutte in un punto, in quello cioè di considerare i movimenti e le manifestazioni di attività dei corpi organici come effetti di forze speciali, che si muovono sotto la influenza di agenti o d'incitanti esterni. Le forze che risorgono dalla costituzione particolare dei corpi organizzati devono essere risguardate quali condizioni esterne della vita, mentre le potenze incitanti che le stimolano ad agire ne sono le condizioni interne. Faremo conoscere da principio i fatti, i quali stabiliscono, che la vita dipenda da agenti esterni. Esamineremo in seguito le manifestazioni di azione che avvengono nei corpi viventi sotto la influenza di questi agenti, e le ridurremo, per quanto ci sarà permesso, a dei fatti più generali, basandoci sulle norme dell'analogia. Questo esame permetterà di decidere se le forze, che sono state immaginate dai fisiologi e medici dianzi citati per la spiegazione dei fenomeni vitali, sieno sufficienti, e sino a qual punto le idee che eglino se ne formarono, sieno troppo estese o troppo limitate.

I corpi organizzati non si mostrano attivi che in alcune relazioni tra essi e gli oggetti esterni o la natura intiera, cioè ch'essi hanno bisogno di influenze e di agenti esterni per la manifestazione e conservazione della loro attività. Tutti i movimenti di questi corpi, tanto quelli che accompagnano la formazione e la nutrizione, che quelli dei liquidi e dei solidi, di cui ho fatto parola nei due precedenti capitoli, esigono il concorso d'influenze e di condizioni esterne, tra le quali si annoverano un certo grado di calorico, l'aria atmosferica, gli alimenti e massimamente la luce. Allorchè cessano di essere in relazione con tali influenze, o pure vengano sottratti dalla loro impressione, l'attività organica si spegne con maggiore o minore prontezza in essi. I vegetabili e gli animali non tardano a cessar di vivere nel vuoto, del pari che in tutti i gas incapaci di sostenere la respirazione. Essi periscono del pari allorchè l'acqua e gli alimenti mancano. La vita non si sostiene che ad un certo grado di calorico. Si annienta essa quando la temperatura esterna è elevatissima o bassissima. Perocchè tutte le operazioni dei vegetabili ed animali hanno per scopo la propria conservazione, tutti i fenomeni vitali degli uni e degli altri, l'introduzione delle materie alimentarie, la respirazione, l'assimilazione, il movimento del succo nutritivo, la nutrizione, l'accrescimento, la secrezione, avvengono sotto la condizione d'influenze esterne, le quali sono necessarie per l'e-

sercizio di tali funzioni. Le manifestazioni di forza proprie agli animali, il sentimento ed il movimento volontario suppongono del pari quest'esterne condizioni.

I corpi organizzati offrono numerose differenze relativamente alla dipendenza nella quale sta la vita cogli agenti esterni. Ciascuna specie vegetabile o animale non sussiste che in mezzo di alcune condizioni esterne, e quando queste si ristringono tra certi limiti. Tratteremo partitamente nel seguente libro delle influenze esterne necessarie alla conservazione della vita, e della loro importanza per l'effettuazione delle diverse funzioni.

Eccitabilità.

Le influenze esterne, le quali impressionano i corpi viventi si possono chiamare potenze eccitanti (*stimuli, incitamenta, potentiae irritantes*), poichè esse gli stimolano ad agire, e determinano il loro modo speciale di azione. Chiameremo eccitabilità la proprietà che hanno questi corpi di essere impressionati dalle potenze eccitanti, di mostrarsi sensibili alle impressioni che ricevono per parte loro, e di entrare in azione in tale occasione. Tutti i vegetabili ed animali sono dotati di questa proprietà, e noi dobbiamo dedurre la sua esistenza dai fenomeni che scorgiamo succedere per l'influenza degli agenti eccitatori. Le crittogame, conferve, tremelle, funghi, muschi, ec. e le piante fanerogame, sì monocotiledoni come dicotiledoni sono determinate a formarsi, a nutrirsi, ad aumentarsi, mercè le influenze esterne, la cui impronta suppone l'attitudine ad essere stimolate dalle potenze eccitanti. Tutti gli animali sono eccitabili, dall'infusorio sino all'uomo: poichè non solamente la loro conservazione per la nutrizione avviene sotto la influenza d'impressioni esterne, ma essi sono ben anche mossi da potenze eccitanti di natura diversa. Il germe fecondato, il seme e l'uovo posseggono già della eccitabilità. I germi capari di formarsi non cominciano ad entrare nello stato di formazione e di sviluppamento, il quale va in compagnia di movimenti, se non che sotto l'impero di influenze esterne, ad un grado determinato di calorico, in determinate condizioni dei mezzi ambienti, dell'aria o dell'acqua. I medesimi germi che si sviluppano nel corpo della madre abbisognano di alcune impressioni esterne fatte su questa ultima, le quali sono necessarie perchè la formazione si compia.

Tutte le parti solide sono eccitabili, nel senso precedentemente dato a tal vocabolo, ed esse non divengono attive che per mezzo delle impressioni di diverse specie, estranee ad esse, le cui manifestazioni, variabili in ragione delle differenti constituzioni che loro sono impresse per l'opera della formazione, nell'atto dello sviluppamento, consistono in un cambiamento del modo di nutrizione, o in movimenti visibili, o in sensazioni. Devonsi ben anche risguardare come eccitabili i globetti che in sè contengono i liquidi formatori; almeno i movimenti di quelli che si trovano nel seme del maschio, gli animaletti spermatici, variano in ragione delle potenze eccitanti che agiscono su queste molecole. I movimenti degli animali, che nascono nelle infusioni, si distinguono da quelli delle molecole dei corpi inorganici, sulle quali R. Brown ha il primo richiamato l'attenzione dei fisici, in ciò, che essi possono essere modificati da alcune incitazioni, le quali, giusta i miei esperimenti, non influiscono in niente su questi ultimi.

La eccitabilità, nell'accettazione più ampia del vocabolo, è dunque una proprietà inerente a tutti i corpi organizzati, che non dobbiamo limitare ad un sol gruppo di esseri viventi, o ad alcuni tessuti di questi esseri, o alla fibra muscolare soltanto, come pensava Haller. La proprietà di essere determinata a delle manifestazioni di forza mercè le influenze esterne appartiene unicamente a tutti i solidi organici nutriti e dotati dalla forza plastica, del pari che ai globetti contenuti nei liquidi formatori, ma sembra che del pari sia inerente alla materia organica ancora amorfa, e suscettibile di forma. Ciò che lo prova si è, che nella generazione detta spontanea noi scorgiamo che le materie organiche, l'albumina, la fibrina, la gelatina, il muco animale, l'amido, il glutine, la gomma prendono una forma organica sotto l'impero di influenze esterne, e che dal loro interno nascono degli esseri organizzati della più semplice specie, degli infusorii, delle conferve, delle muffe, che variano secondo le differenze che presentano queste influenze esterne medesime.

La proprietà che hanno i corpi viventi di mostrarsi impressionabili agli eccitamenti presenta grandi differenze, a giudicarne secondo le circostanze nelle quali questi corpi si trovano. Ciascuna specie vegetabile ed animale vive in un determinato circolo di influenze esterne. Essa si

mantiene in un mezzo determinato, si limita ad una determinata zona della terra, ad un certo clima, continua a vivere in una data temperatura, si trova sottomessa ad una determinata pressione atmosferica, e dipende da determinati alimenti. Se la si faccia uscire dalle circostanze in mezzo alle quali è stata situata dalla natura, il cambiamento delle influenze esterne, cioè a dire delle condizioni della sua vita, annienta ogni attività in essa, la modifica con elevarla o con diminuirla. Un determinato grado di calorico, il quale basti per far vivere una pianta o un animale, è considerabilmente poco o troppo elevato per un'altra pianta o un altro animale, nel quale estingue la vita. Non puossi comprendere questo risultamento che ammettendo delle differenze nella quantità e nella natura della eccitabilità ripartita ai vegetabili ed agli animali. La eccitabilità varia in oltre, in quanto al grado, secondo l'età, e noi scorgiamo gli effetti prodotti dalle potenze eccitanti differire in ragione della durata della esistenza dei corpi viventi. Le parti che entrano nella composizione di un corpo organizzato non hanno affatto la medesima dose nè lo stesso carattere di eccitabilità. Ciascun organo, ciascun tessuto di un vegetabile e di un animale è determinato ad agire da determinate eccitazioni. La eccitabilità offre dunque una grande diversità nelle differenti specie di corpi organizzati, del pari che nei loro diversi tessuti, e queste diversità sono tutte così numerose quanto quelle che si osservano nelle manifestazioni e risultamenti della forza plastica.

Se noi dividiamo le influenze esterne che fanno impressione su dei corpi viventi e gli eccitano ad agire, secondo la loro natura, esse formano due classi, le inorganiche e le organiche. La prima classe comprende il calorico, l'aria, l'acqua e la luce, non che un gran numero di oggetti esterni; si riferiscono alla seconda gli alimenti ricavati dal regno organico.

Nelle circostanze ordinarie in cui si trovano i corpi viventi, le influenze o agenti inorganici agiscono ora a certi intervalli solamente, come la luce e molti oggetti esterni, i quali non arrecano impressione su di essi che accidentalmente o in determinate circostanze: ora continuatamente, come la temperatura esterna, l'aria, la quale influisce non solamente sugli animali e vegetabili aerei, ma ben anche pel suo miscuglio con l'acqua, su quelli ai quali questo elemento serve di dimora, e da ultimo l'acqua medesima, o lo stato di umidità dell' aria e della terra.

Gli agenti esterni del regno organico non possono, secondo la loro natura, arrecar impressione su i corpi viventi che meccanicamente o chimicamente. Agiscono essi meccanicamente, allorchè in virtù delle proprietà generali devolute a tutti i corpi, il loro peso, la loro densità, la loro durezza e forma, comunicano una pressione o uno scuotimento all'organismo, e tendono a produrre dei cambiamenti nella continuità e coesione. Essi agiscono chimicamente allorchè la loro attività tende a mutare la composizione dei corpi viventi e la direzione speciale delle loro affinità, per sottometterli alle leggi chimiche, come fanno il calorico, la luce, la elettricità, l'aria atmosferica, i gas, gli acidi, gli alcali caustici, i diversi sali, gli ossidi metallici ed altre sostanze. Gli uni e gli altri manifestano la tendenza ad alterare la composizione chimica sia nel cercare, come fanno il fuoco, l'aria, gli alcali caustici e gli acidi minerali, a ridurre le combinazioni organiche ternarie, quaternarie ed altre, alle condizioni di elementi o di combinazioni inorganiche binarie, o nell'introdursi essi stessi in questa composizione, o sottraendo qualcuno dei corpi che vi entrano.

Sebbene gli agenti esterni di natura inorganica debbano essere considerati come condizioni esterne della vita, in tal senso, che la conservazione dell'attività dei corpi viventi dipende dalla loro influenza, per esempio da quella della luce, dell'acqua, dell'aria e del calorico, e che altre influenze possano egualmente in certe circostanze eccitarli ad agire, nulladimeno gli effetti che risultano da ciò nei corpi dotati di vita, non sono puramente meccanici o chimici, come lo si potrebbe presumere, secondo la loro origine, ma essi sono organici o vitali. Gli oggetti esterni non fanno che sollecitare i corpi viventi ed entrare in azione, e questi corpi resistono all'azione meccanica o chimica che essi vi vorrebbero esercitare. L'azione prodotta in un corpo organizzato da un oggetto esterno, cioè a dire l'eccitazione, è un atto vitale, il quale consiste nella reazione del corpo vivente contro l'impressione meccanica o chimica, e che allontana o fa cessare questa ultima. Del pari un oggetto esterno per meritare il nome di potenza eccitante e produrre una eccitazione, fa d'uopo che il corpo organizzato sul quale esercita la sua influenza possegga un'attività organica. Tutti

gli oggetti esterni, i quali agiscono con viva forza su i corpi organizzati per annientare la loro attività cessano di essere eccitanti. Una violenza meccanica esterna, la quale distrugga l'organizzazione ed annichilisca l'attività di cui questa ultima è la condizione, non può più chiamarsi una potenza eccitatrice. Gli acidi minerali concentrati, gli alcali caustici, il fuoco ed il fluido elettrico, specialmente il fulmine, non sono più degli eccitanti, quando per la loro azione su dei corpi viventi, essi ne distruggono la speciale composizione, e ne fanno anche cessare l'attività, la quale va congiunta a questa ultima. Quando l'attività vitale è spenta in un corpo organico, l'azione che gli oggetti esterni esercitano su di esso è puramente meccanica o chimica, e questi oggetti cessano di essere delle potenze eccitanti. Vi ha questa differenza tra i corpi inorganici e gli organizzati, relativamente alle mutazioni prodotte dagli oggetti esterni, che le mutazioni provocate nei corpi senza vita dagli agenti esterni sono costantemente meccaniche o chimiche, mentre quelle che sopravvengono nei corpi organizzati costituiscono una classe a parte, e suppongono la esistenza di forze organiche, di cui essi sono effetti. La relazione degli oggetti esterni con i corpi viventi risguardati come eccitanti, è per conseguenza organica o vitale. Le proprietà fisiche degli oggetti esterni sono in qualche modo in conflitto con le proprietà vitali dei corpi organizzati, e questi reagiscono su quelle. I corpi viventi non conservano questo carattere di esseri vivi, che per quanto essi resistono alle impressioni fisiche per la loro reazione.

Le manifestazioni della vita ed i fenomeni organici che avvengono in seguito d'influenze esterne differiscono dunque essenzialmente dai movimenti comunicati ai corpi inorganici in ciò, che non esiste affatto relazione puramente meccanica o chimica tra essi e le cause che li determinano, o le potenze eccitanti. Dicendo che i movimenti organici sono cagionati dalle eccitazioni, noi non ammettiamo ch'essi sieno effetti immediati della impressione meccanica o chimica, ma che sono sempre quelli delle forze dell'organismo, che la impressione esterna non fa che stimolar ad entrar in azione. I movimenti provocati nei corpi viventi dagli oggetti esterni, non sono dunque affatto comunicati, ma spontanei, e gli oggetti esterni non fanno altro che dare loro occasione a manifestarsi. Da ultimo ciò che prova che gli eccitamenti provocati nei corpi organizzati dagli oggetti esterni sieno dei prodotti dell'attività organica, o delle forze dell'organismo si è, che essi non han luogo affatto nei corpi che non posseggono la vita.

Essendo gli effetti cagionati nei corpi viventi dagli agenti esterni, cioè gli eccitamenti, degli atti vitali o dei prodotti delle loro forze organiche, non si devono affatto valutare secondo la gradazione assoluta della potenza con la quale agiscono gli oggetti esterni, ma sempre secondo lo stato relativo delle forze appartenenti agli organismi nei quali delle attività sono messe in azione dagli oggetti esterni. O per meglio dire, il modo dell' eccitazione prodotta in un corpo vivente da una potenza eccitante non dipende affatto dalla intensità dell'azione che esercita quest'ultima, ma dallo stato e dal grado delle forze del corpo organizzato medesimo che essa determina ad agire. La eccitabilità e le forze organiche offrono numerosissime differenze nei diversi corpi viventi, relativamente al loro modo ed intensità, e ciò è quello che fa sì che i fenomeni prodotti dalle potenze eccitanti ne presentano anche delle multiplici relativamente alla facilità con la quale essi si manifestano, ed alla intensità che sviluppa la reazione. Così, per esempio, una pressione su di un albero non produce affatto effetto sensibile, mentre che essa può determinare vivi movimenti in un animale, e che il più leggiero contatto basti per far muovere un polipo o una medusa. L'effetto delle potenze eccitanti negli organismi varia dunque molto secondo lo stato e la intensità delle forze di questi ultimi. Ma gli effetti che le influenze esterne producono nei diversi tessuti ed organi di un organismo, offrono anche delle variazioni relativamente alla differenza delle proprietà vitali che loro sono state ripartite nel momento della formazione. Una stessa eccitazione arrecata su di un nervo provoca una sensazione su di un muscolo, determina una contrazione su di una glandola, cagiona una mutazione nella secrezione. Essa può del pari in ciascun organo modificare l'atto della nutrizione. Se dunque una influenza esterna produce tal effetto in un organo, e tal altro in un altro organo, e se questo effetto medesimo varia, in quanto alla sua intensità, secondo lo stato di vita nel quale si ritrova l' organo irritato, fa d'uopo ricercarne la causa nella differente costituzione delle forze. Da ciò risulta che gli effetti prodot-

ti dalle cause eccitanti nei corpi viventi e loro diversi tessuti non possono essere valutati che secondo la costituzione particolare di questi corpi e dei loro tessuti, secondo le forze che loro sono inerenti, secondo i diversi stati di vita nei quali essi si trovano e non già unicamente secondo la natura e la intensità delle eccitazioni medesime, il cui effetto è sempre relativo, o dipendente dallo stato delle forze organiche.

In quanto a ciò che risguarda la maniera di agire degli oggetti esterni, o materie alimentarie, che i corpi viventi attirano dallo stesso regno organico per mezzo della loro attività propria e per la loro conservazione, essa non è solamente meccanica o chimica. Tutti questi oggetti agiscono su i corpi organizzati e li determinano ad entrar in attività, non già per le loro qualità meccaniche e costituzione chimica, ma principalmente per le loro proprietà organiche di cui godono, le quali sono ad essi inerenti a titolo di materie organiche, e che variano infinitamente secondo le specie dei corpi vivi nella composizione dei quali esse entravano. Ecco perchè ben anche gli effetti che producono nei corpi dotati della vita, i quali se le hanno appropriate per mezzo dell'assorbimento, o dei movimenti, variano molto. A prima vista nella loro qualità di potenze eccitanti, esse stimolano le pareti degli spazii eccitabili, nei quali sono introdotte, ad eseguire dei movimenti, ed a segregare dei liquidi, lo che fa loro acquistare delle proprietà, le quali le rendono atte, come materie suscettibili di prendere forma, a passare nei succhi formatori degli organismi, ed a diventare parti costituenti di questi liquidi. Sotto tal condizione agiscono esse su i solidi eccitabili in ragione del loro modo speciale di costituzione, e li mantengono in azione durante il meccanismo della nutrizione e della secrezione.

Se il corpo vivente non può affatto trasmutare nei suoi propri umori, mercè il meccanismo dell'assimilazione, gli alimenti, che ha di fuori attinti, se non può pervenire a distruggere le proprietà di organizzazione e di composizione che sono ad essi inerenti, o ridurli alle condizioni speciali della composizione chimica dei propri suoi succhi formatori, determinano essi delle diverse reazioni; un accrescimento di movimento ed un aumento delle secrezioni hanno luogo nelle vie alimentarie, per espellerli come cose eterogenee, non assimilabili. Se sono introdotti per effetto dell'assorbimento nella massa degli umori, gli organi escretorii si sforzano di eliminarli. Quando sono mescolati col succo formatore, cagionano essi dei diversi scompigli nelle funzioni delle parti solide sulle quali agiscono.

Gran copia di materie organiche, di cui i corpi viventi si appropriano tra gli oggetti esterni, sono talmente immutabili nelle loro relazioni di composizione chimica, che l'attività vivente dei corpi organizzati soccombe nei suoi sforzi per neutralizzarli o pure eliminarli, e la vita si estingue. Alcune sostanze, come i veleni dei regni vegetabile ed animale, annientano anche le forze dell'organismo. Del resto, l'azione venefica che una sostanza animale o vegetabile esercita relativamente ad un corpo organizzato, non dipende unicamente dalle qualità di questa sostanza medesima, ma dalla stato ancora delle forze del corpo vivente nel quale è stata introdotta. Che perciò una medesima sostanza è un veleno per un vegetabile o un animale, e non lo è affatto per un altro. Ma l'azione dei veleni varia anche secondo lo stato della vita nel medesimo corpo organizzato.

Da ciò che si è esposto consegue che le influenze esterne, o eccitamenti che stimolano i corpi viventi ad agire, tanto quelle del regno inorganico, che organico, sono la causa della loro conservazione e della loro persistenza nello stato di vita, ma non producono mai la vita in sè stesso. La loro azione suppone di già la esistenza di una attività organica, che da sè è eccitata e costretta ad entrare in azione. Affinchè un oggetto esterno agisca come potenza eccitante su di un corpo organizzato, e lo determini ad uno sviluppamento di forza, fa d'uopo che questo corpo abbia la proprietà di essere modificato dagli oggetti esterni, e di agire per mezzo di una forza propria in occasione della influenza che esercitano su di esso. L'eccitazione prodotta da un oggetto esterno in un corpo dotato di vita non è dunque nello stato passivo, ma bensì attivo, un atto della vita, che suppone la esistenza di forze organiche. Per quanto queste forze sono diversificate nei corpi organizzati, altrettanto gli effetti delle potenze eccitanti sono svariati. La qual cosa dipende dal che i fenomeni della vita si manifestano in un modo speciale ed uniforme in ciascun essere organizzato, malgrado la diversità delle eccitazioni, e perchè dei corpi vivi differenti sviluppano una diversa attività in mezzo degli stessi oggetti esterni.

La eccitabilità o la facoltà di essere modificata dalle potenze eccitanti e messa da queste nello stato di eccitamento, è comunicata al germe dei corpi organizzati nello stesso tempo che la forza plastica, per la attività degli organismi generatori, i quali producono la costituzione speciale dei loro materiali organici, e la ripartizione del pari speciale di questi materiali risguardati per la loro qualità relativa. Si manifesta essa in ciascun germe, in un modo specifico, corrispondente alla specie dei corpi generatori, e sotto la influenza di potenze eccitatrici determinate. La forza plastica dei germi dotati di eccitabilità produce appoco appoco tutti i tessuti e tutti gli organi, con le loro differenti proprietà organiche o vitali, osservandone il corso tracciato per la formazione e per lo sviluppamento della specie, e col concorso di potenze eccitanti, le quali stimolano questa forza ad entrare in azione. Osserveremo in seguito svilupparsi altre manifestazioni di forza secondo la natura diversa degli organi, che sono stati prodotti dalla formazione.

Relativamente alla dipendenza in cui i corpi organizzati sono con gli agenti esterni dipende essa immediatamente dacchè questi ultimi somministrano a vicenda e stimolo e materie, per mezzo dei quali si eseguiscono gli atti di formazione e di nutrizione, di cui la esistenza e la conservazione dei corpi viventi sono la conseguenza. Il calorico fa entrare in azione la forza plastica inerente al germe dei vegetabili ed animali, la stimola a produrre delle formazioni, e pone la materia organica del seme e dell'uovo, con la quale combinati nello stato necessario allo sviluppamento. Nessun germe sviluppasi senza un determinato grado di calorico. La influenza di questo è necessaria per la continuazione del meccanismo di nutrizione di tutti i vegetabili ed animali, poichè la assimilazione degli alimenti, la respirazione, gli atti della nutrizione nelle parti solide e la secrezione degli umori vanno in compagnia dei cambiamenti organici nella composizione, i quali non si effettuano che a determinate temperature. Tutte le altre manifestazioni di forza dei corpi viventi, il movimento, il sentimento, la generazione, non si sviluppano che a determinate temperature, come dimostrerò in appresso nel trattare del calorico qual condizione esterna della vita. Lo stimolo della luce è del pari nelle piante ed anche nella maggior parte degli animali un agente importante per la conservazione degli atti di formazione e di nutrizione, e per la eccitazione di tutti gli atti vitali.

Gli altri oggetti esterni, dai quali dipende la conservazione dei corpi organizzati, come l'aria atmosferica, l'acqua e gli alimenti, agiscono come potenze eccitanti sulle parti con le quali essi entrano in contatto, e mercè tali materie, nell'atto dell'assimilazione e della respirazione, i corpi viventi, preparano il succo formatore e nutritivo, per mezzo dell'attività che loro particolarmente appartiene. Questo succo è assolutamente necessario per la conservazione dell'attività degli organismi, perchè, nella sua qualità di potenza eccitante, determina i solidi ad entrare in azione, e perchè somministra i materiali col mezzo dei quali essi, mercè l'atto della nutrizione, conservano la loro organizzazione e le loro proprietà vitali. Posto ciò si comprende la necessità di questi agenti esterni per la durata dei corpi organizzati e per la conservazione della loro attività. Senza di essi non vi sarebbero fenomeni vitali nè azione per parte delle forze organiche. Allorchè i corpi organizzati sono sottratti alla loro influenza, la vita in essi infallibilmente si spegne.

Indipendentemente dagli agenti esterni necessarj alla conservazione dei corpi organizzati, il calorico, la luce, l'aria, l'acqua e gli alimenti, vi sono anche delle potenze eccitanti interne, inerenti ai corpi viventi, cui essi medesimi producono, e mantengono in attività. A questa classe si riferiscono gli umori esistenti in tutti i vegetabili ed animali, che sono i prodotti della loro propria attività. Nella materia fecondata del germe di ciascuna pianta e di ciascun animale formasi un liquido contenente dei globetti, i quali si muovono per mezzo della influenza del calorico. Dalle parti solide nascono dei principj costituenti questo liquido, i quali prendono una tessitura organica Nell'embrione vegetabile ed animale nello stato di sviluppamento si formano degli organi, i quali in virtù delle proprietà vitali che l'atto formatore loro ha comunicato, si appropriano, per assorbimento della materia alimentizia, somministrata dal corpo generatore del germe nella semenza o nell'uovo, e la convertono in succo nutritivo loro proprio ed in sangue, per mezzo degli atti dell'assimilazione e della respirazione. Si tracciano degli spazj nei quali cola il liquido formatore, e questo somministra lo stimolo, il quale eccita le pareti contrattili di questi medesimi spazj ad eseguire i movimenti In tal modo negli

embrioni i quali si sviluppano a poco a poco, rapidamente o lentamente, a dei periodi fissi, ed in un ordine determinato, si producono, a spese del liquido formatore, ch'essi medesimi lavorano, degli organi, i quali, in virtù delle loro proprietà, sono atti, sotto la influenza eccitatrice del liquido formatore, ad effettuare le funzioni indispensabili alla conservazione del nuovo essere organizzato.

I vegetabili e gli animali continuano per tutta la loro vita ad introdurre in essi degli alimenti, dell'aria, dell'acqua e delle sostanze organiche, per mezzo dei quali essi preparano dei succhi che servono di stimolo e di nuovo materiale alla formazione ed alla nutrizione, che, in ciascuna specie vegetabile ed animale, acquista, mercè l'assimilazione, le proprietà speciali necessarie alla conservazione della sua attività. Gli umori eccitatori presiedono agli atti della nutrizione. Le parti solide loro comunicano la impulsione ai movimenti automatici, i quali determinano il loro progresso negli spazj ch'essi occupano. Spinti negli organi questi umori, gli stimolano ad effettuare l'atto della nutrizione. Presiedendo del pari per mezzo della nutrizione alla spontanea conservazione dei corpi organizzati e di tutte le parti, il succo nutritivo è la condizione delle loro proprietà vitali, e li rende atti a tutti gli altri generi di manifestazioni di forza. Negli animali, il sistema nervoso, gli organi dei sensi e quelli del movimento sono resi atti a produrre gli effetti che loro sono proprj mercè la nutrizione, sotto la influenza delle eccitazioni cagionate dagli umori. Il succo nutritivo stimola gli organi secretorj, ed i liquidi, che questi organi preparano, agiscono nel medesimo tempo come potenze stimolanti sulle pareti contrattili dei condotti escretorj, e dei canali nei quali si versano, e ch'essi fanno muovere. Così la conservazione di tutti i corpi viventi, per qualche tempo dipende dalla esistenza degli umori, i quali sotto la influenza degli agenti esterni sono preparati a spese di questi ultimi, ed eccitano i corpi vivi internamente. Allorchè i corpi organizzati si trovano in tali circostanze, da non potere affatto formare succo nutritivo, o quando questo succo viene loro sottratto per una ferita qualunque, o finalmente quando perde le sue proprietà, la vita in essi si spegne.

Il sistema nervoso è un'altra importante sorgente di eccitazioni interne negli organismi animali. Finchè lo stesso si nutrisce produce stimolazioni, le quali sono necessarie essenzialmente alla conservazione degli animali. Qui si annoverano le eccitazioni che fanno nascere la contrazione nei muscoli, e per mezzo delle quali gli animali si muovono spontaneamente mercè una successione d'idee. Si devono del pari riferire a questa categoria le tendenze nascenti dallo stato del corpo animale e del suo sistema nervoso, che gli stimolano a determinate azioni, accompagnate da movimenti, il cui scopo è la loro conservazione. I nervi oltracciò esercitano su tutti gli organi, nel'a composizione dei quali entrano, una influenza automatica e sottratta dalla coscienza, la quale è indispensabile per gli atti della nutrizione e della secrezione, del pari che per la eccitazione dei movimenti involontarj. Le piante sono totalmente prive di questa sorgente di eccitazioni interne, prodotte dall'apparecchio nervoso nutrito, le quali fanno muovere i muscoli automaticamente o arbitrariamente, e determinano per incitamento moltissimi altri effetti negli organi.

Ciascun corpo vivente non si mostra attivo che in una determinata sfera di agenti esterni, e sotto la influenza di determinati eccitamenti interni prodotti da esso stesso. Ciascun tessuto, ciascun organo esige per l'eccitamento della sua attività, delle potenze eccitanti particolari, proporzionate esattamente alla sua costituzione ed eccitabilità speciali. Il canale alimentario vien messo in azione dagli alimenti introdotti nel suo interno e dai succhi digestivi che vi sono versati. Ciascuna glandula è incitata dalle speciali stimolazioni ad effettuare la sua secrezione. Ciascun organo dei sensi non entra in azione che in occasione di determinate influenze esterne. L'occhio viene eccitato per la impressione della luce, l'orecchio pel suono, l'organo olfattivo per le materie odoranti, la lingua pei corpi sapidi. Il cervello è incitato ad agire per mezzo d'impressioni esterne o interne, che riceve mediante impressioni fatte sui nervi. I muscoli appartenenti allo scheletro, agli organi dei sensi ed a quelli della respirazione, sono messi in azione per gli eccitamenti dell' apparecchio nervoso. Continuamente le diverse parti di un corpo organizzato si eccitano a vicenda, e reagiscono le une sulle altre, di maniera che l'attività dell'una reagisce come potenza eccitante, la quale stimola un'altra parte ad entrare in azione. Da questa scambievole reazione degli organi e della produzione di eccitamenti interni per lo sostegno della loro attività,

dipende la necessità della loro individualità, affinchè continuino ad esistere, ed in ciò gli organismi si distinguono dai semplici aggregati inorganici, nei quali affatto non si osserva questa dipendenza reciproca delle parti aggregate.

Oltre gli eccitamenti esterni ed interni necessarj alla conservazione dell'attività dei corpi organizzati, vi hanno ancora molte altre impressioni, di natura meccanica, chimica o organica, le quali agiscono in determinate circostanze su dei corpi organizzati. Queste possono del pari determinargli a delle manifestazioni di attività, allorchè non distruggono la loro organizzazione e le loro forze per una violenza meccanica, o per la potenza delle affinità chimiche. Possono esse cagionare degli eccitamenti o delle reazioni anomale ed insolite, che vengono chiamate malattie. Osservasi sempre nei corpi viventi i quali sono impressionati da eccitamenti inconsueti, una tendenza a reagire contro di essi, e ad allontanare la loro nocevole influenza. Non solamente fa d'uopo risguardare, nell'azione che determinano, alla somma della impressione e dello eccitamento prodotto, ma devesi ancora prendere in considerazione la maniera di questa impressione, e quella della reazione ch'essa determina.

Frattanto, da che dipende la proprietà che hanno i corpi organizzati di mostrarsi impressionabili agli eccitamenti, e di lasciarsi determinare da essi ad entrare in azione? Scorgiamo ch'essa sembra dipendere immediatamente dallo stato particolare della materia organica che li costituisce. Questo stato è comunicato ai germi di tutti i vegetabili ed animali per l'attività plastica degli organismi generatori, e gli rende atti a formarsi ed a svilupparsi sotto la influenza di agenti esterni o di potenze eccitatrici. È vero che lo stato particolare della materia dei germi che li rende eccitabili ed atti a formarsi, non è ancora caduto sotto i nostri sensi, e ch'esso non ha potuto essere sottomesso nè all'osservazione, nè agli esperimenti; frattanto ne dobbiamo dedurre la sua esistenza, dappoichè scorgiamo i fenomeni di formazione che avvengono nei germi in seguito di eccitamenti, variare secondo la diversità delle specie vegetabili ed animali generatrici, e secondo le differenze che presentano nella loro organizzazione e composizione. La formazione si manifesta nei germi di ciascuna specie di corpi viventi in un modo speciale, relativamente alla costituzione dei corpi generatori che hanno comunicato a questi germi la facoltà di formarsi. La forza plastica e la eccitabilità si mostrano differenti nei germi secondo la natura speciale della materia organica, la quale li rende suscettibili di formazione.

Le parti che nascono nei germi allorchè sviluppano sotto la influenza di agenti esterni o di potenze eccitanti secondo un dato ordine ed una progressione determinata, si mostrano diversamente irritabili ed attive, ciascuno a modo suo, secondo le differenze dell'organizzazione e della composizione, che loro sono comunicate mediante l'atto di formazione. Le radici, le foglie, i fiori e gli organi fecondanti i quali a poco a poco si sviluppano dalla semenza, il tessuto cellulare ed i vasi succosi delle piante, sono determinati ad agire, e ad effettuare le loro speciali funzioni, mediante diverse potenze eccitanti esterne ed interne. Negli animali, i muscoli, i nervi, il tessuto cellulare, i vasi, le glandule, gli organi dei sensi, e tutti i visceri prodotti per l'atto formatore, offrono una capacità differente a ricevere gli eccitamenti, e sono, mercè le potenze eccitanti di diverse specie, in uno stato di attività il quale varia a secondo dell'organismo della composizione e delle proprietà vitali che la formazione loro ha comunicato. La formazione di parti differenti e dotate di proprietà vitali diverse, nei germi che si sviluppano, non può essere attribuita alla influenza degli agenti esterni o delle potenze eccitanti che incitano i germi a formarsi; dobbiamo ricercarne la causa unicamente in una forza inerente alla materia suscettibile di formazione, in una forza, la quale regola gli atti di formazione e vi presiede, cioè nella forza plastica. Gli effetti che questa forza produce nei germi, sotto la influenza di agenti esterni, si mostrano così differenti, per quanto le sono nelle specie che hanno prodotto i germi suscettibili di sviluppamento. Se ciascun organo, ciascun tessuto, ciascuna parte è dotata di una capacità speciale per determinati eccitamenti, e manifesta la sua azione in un modo che ad esso è proprio, questo effetto dipende dalle proprietà che gli sono state comunicate mediante l'atto di formazione e di sviluppamento. Ma siccome queste proprietà sono degli effetti della forza plastica e nutritiva non possiamo ricercare altrove che in questa forza la causa delle differenze che osservansi nella eccitabilità ed attività delle parti.

Una indispensabile condizione perchè

gli organismi potessero, una volta formati, restare eccitabili per qualche tempo con tutte le loro diverse parti e mostrarsi attivi in modo speciale sotto la influenza di eccitamenti esterni o interni, si è che l'atto nutritivo li mantenga integri nella loro organizzazione, composizione e proprietà vitali. Ciascuna parte di un corpo organizzato di un animale o di un vegetabile non resta eccitabile in modo corrispondente alla sua propria costituzione, e non manifesta l'attività speciale che possiede, che per quanto vien nutrita. Un muscolo non è atto ad essere impressionato dagli eccitamenti, e non si contrae sotto la loro influenza che per quanto tempo l'atto nutritivo lo mantenga nelle condizioni di organizzazione, di composizione materiale e di proprietà vitali che ad esso appartengono specialmente. Sono sensibili i soli nervi, i quali vengono nutriti. Ciascun organo dei sensi può eccitare delle speciali sensazioni cagionate da impressioni esterne finchè conserva la sua particolare costituzione mediante l'atto nutritivo. Gli eccitamenti possono stimolare una glandola a segregare il suo umore sol quando essa è nutrita. Avviene lo stesso per le manifestazioni della vita in tutti gli altri organi. Nei vegetabili del pari noi scorgiamo eseguirsi movimenti occasionati delle stimolazioni sol quando le parti mobili sieno nutrite. La condizione fondamentale interna della eccitabilità e della facoltà di reagire in modo speciale contro gli eccitamenti è basata dunque, in tutti gli organismi ed in tutte le loro parti, sullo stato e carattere proprio della loro organizzazione, composizione chimica e proprietà vitali, stato e carattere che loro sono comunicati per la forza di formazione o di nutrizione, e nei quali essi sono mantenuti per questa medesima forza.

Ma il modo ed il grado di recettività dei corpi viventi e di tutte le loro parti, del pari che il modo e l'energia dell'attività ch'essi sviluppano dietro eccitamenti diretti su di essi, sotto la condizione però di un'antecedente nutrizione, dipendono ancora dalla natura degli agenti esterni, degli alimenti, dell'acqua e dell'aria, a spese dei quali i corpi organizzati preparano il loro succo nutritivo, ed i materiali che servono sì alla loro formazione come alla loro nutrizione. Se queste materie posseggono le qualità necessarie per somministrare un buon succo nutritivo, e se le parti viventi si conservano mediante questo succo in uno stato convenevole di nutrizione, queste si manifesteranno anche eccitabili ed attive a seconda del loro essere. Dei vegetabili ed animali sono ben nutriti quelli, che meglio conservano la loro eccitabilità e la loro attività, e che sviluppano la maggior energia quando agiscono. Se al contrario le materie alimentarie sono di cattiva natura, il succo nutritivo muta qualità, l'atto nutritivo soffre, e la eccitabilità e l'attività delle parti sono del pari mutate. Quando la nutrizione fassi languida o pure è mutata, sia per mancanza di alimentazione, sia per cattiva scelta di alimenti, per una stazione nei mezzi respiratorj alterati, sia infine per altre influenze nocevoli che la scompigliano e la disordinano, ne segue sempre un mutamento ancora nella eccitabilità e nella facoltà di agire.

La eccitabilità e l'attività dei corpi viventi e delle loro parti possono anche esser mutate da diverse sostanze esterne, le quali non sempre agiscono su di esse, ma in talune circostanze soltanto. Si annoverano tra queste i medicamenti. La maggior parte delle sostanze medicamentose sono assorbite ed aggiunte al succo nutritivo. Talvolta mutano esse la composizione organica e le qualità di questo succo, talvolta sono con esse condotte nelle parti solide, in cui producono dei mutamenti, i quali si fanno conoscere per esaltazione o indebolimento della loro eccitabilità e della loro attività, e per una modificazione delle loro manifestazioni vitali. Risguardare la cosa sotto un punto di veduta troppo ristretto è limitare la loro azione, come fanno i partigiani di Brown, al differente grado di eccitamento che determinano nelle parti. Al contrario tutte sul principio agiscono modificando la costituzione materiale ed il modo nutritivo degli organi, i quali sono la sorgente della capacità recettiva e della facoltà di agire, e perciò solamente producono esse un cambiamento nella eccitabilità e nelle forze di questi stessi organi.

L'azione dei medicamenti varia molto in ragione della loro natura. Alcuni mutando lo stato di nutrizione nei nervi, esaltano o diminuiscono la capacità recettiva e l'attività di questi organi. Altri esercitano la medesima influenza, sia su dei muscoli sia su di tale o tal altra glandula, o modificano la vitabilità delle membrane o di altre parti del corpo. L'effetto prodotto non si spiega sempre pel solo grado di eccitamento che determinano i medicamenti. Non se ne può addurre ragione che ammettendone le differenze di

modalità nella maniera con cui questi ultimi agiscono, e nelle modificazioni che imprimono allo stato della nutrizione. L'aggiunzione di diverse materie, della elettricità, del calorico, degli alcali, degli acidi, dei narcotici, ec. alla sostanza organica delle parti, cambia diversamente, esalta, diminuisce o modifica altrimenti la loro eccitabilità, e la loro facoltà di agire, come Humboldt e G. R. Treviranus l'hanno dimostrato con le loro esperienze relative all'applicazione di diverse materie su dei nervi e muscoli di animali viventi, soggetto su del quale ritornerò in altra occasione. È cosa chiara che un cambiamento effettuatosi per mezzo dei medicamenti nello stato della nutrizione, e nelle forze che ne dipendono, deve cagionare anche delle modificazioni negli effetti degli eccitamenti ordinarj e necessarj al mantenimento della vita.

La eccitabilità e le speciali manifestazioni di attività che i corpi viventi sviluppano sotto l'impero delle potenze eccitanti, possono essere annientate da diverse influenze esterne, da un determinato grado di calorico, di freddo e di elettricità, da alcune impressioni meccaniche o chimiche. Queste influenze presentano, relativamente al grado in cui esse producono questo risultamento, delle numerose differenze, dipendenti da quelle ch'esistono nella costituzione dei corpi viventi e dal loro stato di vita. Tutte cagionano la morte, distruggendone lo stato interno e la speciale costituzione del materiale organico dei corpi viventi, cioè, facendone cessare di esistere le circostanze che sono le condizioni della loro attività plastica e nutritiva, e dalle quali dipendono la loro capacità recettiva per gli eccitamenti e la loro attività vivente. A questa classe d'influenze distruggitrici della eccitabilità e delle forze organiche appartengono finalmente i veleni organici, la cui azione è sempre relativa, cioè in ragione della diversa costituzione dei corpi viventi. Questi veleni non agiscono su dei vegetabili e su degli animali che mutando le particolari proprietà del loro succo nutritivo, e distruggendo in esso le condizioni necessarie al mantenimento della nutrizione, ed annientando la nutrizione nelle parti solide stesse, lo chè porta seco la estinzione della loro eccitabilità e delle loro forze, di cui questa nutrizione è la indispensabile condizione.

La opinione di alcuni fisiologi e medici i quali pensano che i veleni distruggano immediatamente la forza nervosa o la forza muscolare e che per ciò cagionano la morte, è erronea. Essendovi molti veleni, i quali distruggono la vita sì dei vegetabili come degli animali, la loro azione non può consistere che nella cessazione della nutrizione e nell'annientamento della forza nutritiva, che appartiene di comune ai vegetabili ed agli animali: non potrebbe essa consistere nell'abolizione della forza muscolare o nervosa, di cui i vegetabili sono sprovveduti. Nulladimeno concediamo che negli animali, alcuni veleni annientano immediatamente la nutrizione dei nervi, e per conseguenza la forza nervosa, mentre che altri distruggono primamente la nutrizione dei muscoli, e con essa la forza muscolare, in maniera che la morte può avere per punto di partenza ora i nervi ed ora i muscoli.

La capacità ricettiva dei corpi vivi per gli eccitamenti, e la intensità della reazione contro questi ultimi, variano ancora secondo i periodi di sviluppamento e l'età. I vegetabili ed animali giovani sono eccitabilissimi, e messi in attività da deboli eccitamenti; ma potenze eccitanti più energiche esauriscono facilmente le loro forze. Con l'andar del tempo, allorchè la vita è pervenuta al suo più alto stato di attività organica, la capacità ricettiva per gli eccitamenti a poco a poco diminuisce, ad onta che la reazione, provocata da un grado sufficiente di stimolazione, si faccia con molta energia. In questa epoca ancora la eccitabilità e la facoltà di agire non sono tanto facilmente distrutte dagli eccitamenti. In una età avanzata quando i corpi organizzati hanno oltrepassato il termine del loro più grande sviluppamento, non solamente la capacità a sentir gli eccitamenti è scemata, ma la forza di reazione ben anche non è più così possente. Questo variare della eccitabilità e delle forze dell'organismo in ragione dell'età, dipende dal mutamento che sopravviene nella costituzione materiale dei corpi viventi e nella loro facoltà nutritiva, alle differenti epoche del loro sviluppamento e della loro vita. Ciascun corpo vivente ha una certa durata di esistenza, secondo la specie di cui partecipa, e ciascuno percorre la vita in alcuni periodi fissi, presentando delle infinite differenze secondo le specie, la loro estensione e gli atti di formazione che gli accompagnano. La causa di questi mutamenti e di quelli che avvengono nella eccitabilità e nella attività, dipende dalle differenze che presenta la forza plastica stessa, e di cui è uopo ricercar la sorgente nelle circostanze natu-

rali, che hanno fatto esistere le diverse specie dei corpi viventi. Ignoriamo noi ancora queste circostanze, di maniera che non possiamo in niun conto darne ragguaglio nell'attuale stato delle scienze fisiche.

La eccitabilità e le manifestazioni di forza dei corpi viventi variano secondo le ore del giorno, e manifestano delle alternative periodiche di esaltazione e di minoramento. La capacità ricettiva e l'attività dell'apparecchio nervoso degli organi sensitivi e dei muscoli di tutti gli animali, sono mutate e diminuite per mezzo degli eccitamenti che agiscono su di esse, e dagli effetti che queste eccitazioni producono, e sopravviene un momento di riposo e d'inazione, uno stato di sonno, di cui si deve ricercar la causa in una sospensione di azione per parte delle forze devolute a queste parti. Nel sonno, durante il quale le funzioni nutritive continuano senza interruzione, la capacità recettiva di tali parti appoco appoco si esalta, e le forze che loro appartengono riprendono certa energia, di maniera che possono essere di nuovo messe in attività mediante gli eccitamenti esterni ed interni. Questi fenomeni dipendono dal che la costituzione materiale dell'apparecchio nervoso, degli organi sensitivi e dei muscoli riceve in seguito degli eccitamenti che gli determinano ad entrare in azione e mercè la loro propria reazione, dei cambiamenti che gli rendono incapaci di un durevole esercizio nelle loro funzioni. Durante il sonno, questa costituzione materiale è ridotta alle condizioni necessarie sul lavoro della nutrizione, del pari che gli eccitamenti esterni ed interni che la conservano; da ciò risulta che le forze di queste parti riprendono certa energia, e che esse riacquistano la facoltà di agire nuovamente sotto la influenza delle potenze eccitanti che le mettono in attività. La forza di nutrizione dunque è quella, la quale non solamente determina in generale la eccitabilità e l'attività dei nervi, degli organi sensitivi e dei muscoli, ma le ristabilisce ancora, quando sono state dall'esercizio esaurite. Fenomeni simili di uno stato variabile della eccitabilità e della mobilità, secondo le ore del giorno e la natura delle potenze eccitanti, osservansi nelle foglie, nei fiori e negli organi genitali dei vegetabili, nei quali non sono essi egualmente che un indizio del cambiamento che questi esseri provano nello stato della loro nutrizione, secondo le ore della giornata e le eccitazioni che su di essi operano.

La forza di nutrizione, diretta allo scopo della conservazione dei corpi organizzati, è quella dunque che ristabilisce la eccitabilità e l'attività dei vegetabili e degli animali, diminuite per la impressione delle potenze eccitanti pel atto stesso dell' eccitamento, e che li rende atti ad entrare in azione. Il fenomeno della variabilità della eccitabilità negli animali secondo i periodi del giorno, era ben conosciuto dai partigiani della teorica browniana. Al ristabilimento dell'eccitabilità e dell'attività degli organismi, mediante il lavoro della nutrizione, tende il prendimento di nuovi alimenti, di materie organiche, di acqua e di parti costituenti l'aria, donde dipende la conservazione dei corpi viventi, poichè preparano con questi nuovi materiali un nuovo liquido nutritivo, a spese del quale ciascun organo si mantiene nello stato di eccitabilità e di attività, e ristabilisce ciò che le potenze eccitanti e la reazione contro gli eccitamenti hanno potuto in esso mutare.

Consegue dalle ricerche, di cui abbiamo fatto menzione, che noi indichiamo col vocabolo eccitabilità, la proprietà o facoltà, devoluta a tutti i corpi viventi, animali e vegetabili, a tutte le loro parti, ed anche ai loro germi, di mostrarsi impressionabili mercè gli agenti o influenze esterne, non che per gli eccitamenti, che essi stessi producono, e di lasciarsi determinare da queste influenze ed incitamenti a delle manifestazioni di azione e continui cambiamenti. Beil ed Hufeland avevano già adoperato il vocabolo eccitabilità in questo senso generale. Frattanto noi non dobbiamo rappresentarci questa facoltà come una forza a parte, inerente solo agli organismi, e diversa obiettivamente dalla materia organica che gli costituisce, che sarebbe suscettibile di mutarsi, di esaltarsi o di diminuire, senza che sopravvenisse un mutamento simultaneo in questa ultima. Ben lungi da ciò, noi dobbiamo scorgere in essa una qualità, la quale ha il suo fondamento nello stato speciale della materia organica e dell'organizzazione, che totalmente ne dipende, e che mostrasi parimente diversificata nelle specie di esseri viventi, come lo è la loro stessa costituzione organica. Per quanto gli organi prodotti dall'attività plastica nei germi, dopo il modo di sviluppamento proprio a ciascuna specie, variano, d'altrettanto la loro eccitabilità varia. Ciascun tessuto, ciascun organo è stimolato ad agire per mezzo degli eccitamenti speciali, secondo la costituzione parimente specia-

le, che ad esso è stata data nell'atto di formazione.

Noi dobbiamo ammettere negli animali tante specie di eccitabilità, per quante parti differenti sono negli stessi: per conseguenza una eccitabilità nel tessuto cellulare, nei muscoli, nei nervi, nelle ossa, negli organi fibrosi, ec. Ciascun organo, ciascun viscere, ciascuna glandola, ciascun apparecchio sensitivo, ha, secondo le differenze di struttura e di costituzione, provenienti dal lavoro di formazione, la sua capacità propria e speciale a ricevere gli eccitamenti, ed è stimolato alle sue manifestazioni di attività o di vita mediante particolari potenze. Lo stesso avviene nei vegetabili. Il tessuto cellulare, le diverse specie di vasi, le radici, le foglie, gli organi secretori, le parti genitali, i fiori, il pistillo, gli stami, sono diversamente eccitabili in ragione delle differenze che presentano nella struttura e nelle proprietà che l'atto di formazione e di sviluppamento loro ha impresse, e sono determinati alle loro funzioni per mezzo di differenti eccitamenti.

La eccitabilità è comunicata, per l'attività formatrice degli organismi generatori, alla materia plastica dei germi, con la proprietà di prendere forma sotto determinate influenze esterne. La eccitabilità degl'organismi e di tutte le loro parti non sussiste che per quanto essi sono nutriti. Tutte le influenze che mutano lo stato della nutrizione in generale o in qualche parte, arrecano anche un mutamento nella loro eccitazione. Un cangiamento di eccitabilità accompagna quelli che avvengono nello stato della nutrizione dell'intiero corpo e delle sue parti durante lo sviluppamento dei diversi corpi viventi e durante i periodi della loro vita. Tutte le influenze che arrestano la nutrizione ed annientano la forza di formazione o di nutrizione distruggono la eccitabilità.

La eccitabilità, non potendo essere considerata come una forza particolare dei corpi organizzati, ma solamente come una proprietà dei germi e degli organismi, ai quali questi danno luogo sviluppandosi, la quale loro è comunicata primitivamente dalla forza plastica, e cui questa forza conserva parimente in essi, si scorge in qual errore sono caduti i medici e fisiologi che l'hanno elevata a forza fondamentale della vita. Hanno preso eglino come causa della vita una semplice proprietà dei corpi organizzati, la quale è un effetto della forza plastica.

Dopo di aver dimostrato che gli eccitamenti esterni ed interni sono necessari per la conservazione dei corpi organizzati, che da essi ancora dipendono la attività e gli atti vitali di questi corpi, da ultimo che la eccitabilità è una proprietà degli organismi determinata dalla forza di formazione o di nutrizione, ci resta ad esaminare gli effetti che sono dagli eccitamenti cagionati. Che gli agenti esterni producano un eccitamento in un corpo organizzato, questo fenomeno, come di sopra ho fatto osservare, non dipende solo dalle potenze eccitanti, ma suppone anche nel corpo vivo la esistenza di forze, le quali possono essere per ciò stimolate ad entrare in azione. Di più gli effetti che si manifestano dietro eccitamenti non sono nè meccanici nè chimici, ma organici o vitali, cioè sono prodotti dalle forze inerenti ai corpi organizzati e che le potenze eccitanti mettono in azione. Noi possiamo giudicare che un corpo organizzato sia eccitabile, o che una potenza eccitante faccia impressione su di esso e produca un eccitamento, sol dopo i fenomeni di attività, che si determinano, e, dopo questi solamente, ci è permesso di conchiudere, che un eccitamento abbia avuto luogo. La impressione cagionata dalla potenza eccitante e la manifestazione di attività che consegue non possono essere distinte dai sensi come due fenomeni differenti, attesochè esse si risolvono nello stesso atto, imperocchè la impressione della potenza eccitante sull'organo vivo mette consecutivamente in azione la forza che ad esso è inerente.

Le manifestazioni che succedono alla impressione delle potenze eccitanti variano molto nei corpi organizzati e nelle loro parti, e da ciò dobbiamo concludere che esista della differenza tra le forze che sono messe in azione. Portando attenzione agli effetti prodotti dagli eccitanti, si rinviene che essi si riducono ai seguenti. A prima vista noi osserviamo dei fenomeni di formazione, di nutrizione e di secrezione, che succedono dietro eccitamenti. Dei fenomeni di formazione avvengono nei germi fecondati delle piante e degli animali ad un determinato grado di calorico e col concorso dell'aria. Gli atti della nutrizione si effettuano in tutti i corpi viventi sotto la influenza delle potenze eccitanti. Tutte le parti nutrite possono esser assoggettate, mediante la azione degli stimoli, a diversi mutamenti nel loro stato di nutrizione, e gli organi messi a scoperto, feriti o malati, ci danno sovente l'occasione di convincercene. Negli organi secretori, nelle glandole e nelle membrane che for-

niscono una secrezione, la attività messa in giuoco dalle potenze eccitanti si manifesta per la secrezione dei liquidi, e qualche volta per mezzo di un mutamento nella loro composizione e proprietà. Negli altri organi questa attività cui eccitano gli stimolanti si manifesta per mezzo dei movimenti che differiscono in quanto alla loro natura. I muscoli irritati manifestano delle oscillazioni, cui accompagnano delle alternative di contrazione e di espansione delle loro fibre. Nel tessuto cellulare e nelle membrane che ne sono formate, nelle pareti dei vasi e dei condotti escretori delle glandole, e parimente negli organi fibrosi osservasi un ristringimento leggiero ed un condensamento del loro tessuto. Il sangue o il succo nutrivo affluisce in una grande abbondanza verso le parti ricche di vasi, che sono state stimolate, e si mettono in orgasmo. In altri organi ancora la attività che le potenze eccitanti hanno risvegliata, si dà a conoscere per mezzo di sensazioni, cui accompagna una azione del nostro principio spirituale, della nostra propria coscienza, come avviene nelle irritazioni che apportano sugli organi dei sensi e su dei nervi, o su degli organi muniti di nervi. La sola analogia ne permette di ammettere anche queste manifestazioni di attività negli altri organismi, sia perchè vi hanno dei nervi e degli organi sensitivi costrutti nella stessa guisa o in un modo analogo, sia perchè noi siamo testimoni di azioni, le quali si effettuano in noi in seguito di eccitamenti nervosi.

Come o in qual modo i corpi viventi e loro parti si mostrano attive allorchè vengono stimolate dalle cause eccitanti, o pure in che consiste l'effetto che si manifesta? In generale, l'eccitamento cagionato dalle potenze eccitanti, e lo stato di attività che succede alla impressione degli eccitanti, sembra consistere in un movimento delle parti eccitate, che ne può essere la conseguenza. Frattanto i movimenti presentano delle differenze in ragione di quelle che offrono anche i corpi viventi, le parti di essi, l'organizzazione e le forze che loro sono inerenti. In molte parti, come nei muscoli, ed in tutti gli altri tessuti contrattili, i movimenti che si manifestano dietro gli eccitamenti sono visibili. Allorchè non iscorgiamo movimenti, noi siamo necessitati del pari ad ammettere la esistenza dei fenomeni che noi non sapremo concepire senza cambiamento di luogo, come quegli della formazione, dell'accrescimento, della nutrizione, della secrezione, come le operazioni interne, che avvengono nei nervi irritati, e che sono seguite da sensazioni o da movimenti dei muscoli. Finchè i corpi viventi e loro parti hanno la facoltà di muoversi per una attività propria, sotto la influenza degli eccitamenti, noi dobbiamo attribuire ad esse delle forze che secondo il genere di movimento che ne consegue. Passiamo alla ricerca delle cause o forze che effettuano i movimenti degli animali e dei vegetabili di che facemmo parola nei due precedenti capitoli, e chiameremo queste forze con nomi particolari, tutte le volte che non potremo riunire le une alle altre.

Attività di formazione o di nutrizione come causa efficace dei movimenti, che accompagnano la formazione, la nutrizione e la secrezione.

Le principali manifestazioni di attività che avvengono nei germi fecondati degli animali e dei vegetabili sotto la influenza di agenti esterni, sono quelle della formazione. Sono esse accompagnate da movimenti interni, ma lenti, della materia organica dei germi, e non si saprebbero senza di ciò concepire. Frattanto la formazione non consiste solo nei movimenti, poichè essa coincide con dei mutamenti nella composizione chimica delle materie organiche, i quali non si possono spiegare per mezzo di essi soli. I movimenti che accompagnano la formazione, sebbene cagionati da influenze eccitanti, non sono tuttavia comunicati ai germi da esse. Lungi da ciò, essi sono effettuati e regolati da una forza inerente a questi medesimi germi, forza da cui dipendono ed il modo particolare della formazione ed i movimenti che vi sono associati. La formazione ed i movimenti che l'accompagnano si eseguiscono in un modo speciale nel germe di ciascuna specie vegetale ed animale, di maniera che le parti che lo formano, e che appariscono in un ordine determinato, a delle epoche fisse, rassomigliano, per la forma, composizione chimica, organizzazione e proprietà vitali, agli organismi i quali hanno dato la esistenza ai germi.

Noi abbiamo dato il nome di formatori ai movimenti che accompagnano la formazione. Il modo con cui si effettuano si è sottratto sino ad oggi ai nostri sensi. I loro effetti ammirabili colpiscono i nostri occhi, ad onta che ignorassimo le operazioni intime donde provengono. Essi sembrano dipendere dal medesimo principio interno, coerente alla materia plastica dei germi, che produce la composizione chi-

mica e la tessitura organica, ed al quale noi abbiamo dato il nome di forza plastica. Niente giustificherebbe la ammissione di una forza speciale destinata a presiedere ai movimenti di formazione, e non siamo nello stato di assegnare un carattere che provi la esistenza di una tale forza differente dalla forza plastica. La attitudine a prendere la forma e la mobilità per acquistarla sono proprietà inerenti alla materia organica dei germi, di cui non possiamo render conto nello stato attuale della fisiologia, e di cui siamo obbligati ad ammettere la esistenza, senza conoscere cosa alcuna nè della maniera con cui agiscono, nè della loro causa assoluta (1). Avvieno lo stesso relativamente ad un gran numero di altre forze, i cui effetti ci sono ben cogniti, ma delle quali un velo di oscurità, copre ancora la maniera di agire.

(1) *Dutrochet (l'Agent immédiat du moviment vital, Paris 1826, in 8., cap. 4, p. 105) per caso ha riconosciuto che le capsule di alcune muffe si riempivano di acqua a traverso le loro pareti, mentre che una sostanza più denso contenuta nel loro interno scorreva al di fuori. Questo fenomeno fissò la sua attenzione e gli suggerì una serie di esperienze. Degli intestini ciechi di gallina cui tuffò nell' acqua, si empirono di tal liquido, sebbene la loro estremità aperta fosse stata ligata. Allorchè restavano aperti, l'acqua penetrava a traverso le loro pareti, e cacciava le materie che vi si trovavano contenute, come del chimo, o del latte. Questi fenomeni duravano sino a tanto che le materie di cui si parla non cadevano in putrefazione, ma dacchè questa s'impadroniva di esse, avveniva il contrario, cioè a dire che l'acqua la quale si trovava nell'interno dello intestino era cacciata fuori, e l'intestino si afflosciva. Dutrochet introdusse allora la estremità interna di un tubo pieno di acqua di gomma in uno intestino cieco, e tuffò questo a metà nell' acqua, il liquido ambiente penetrò a traverso le pareti dell'intestino con una tal forza, che l'acqua gommosa fu sollevata, e se ne colò per la estremità superiore del tubo.*

Da tali esperienze ed altre analoghe, Dutrochet conchiuse che tutte le volte che due liquidi di densità differente sono separati l'uno dall'altro da una membrana organica, il meno denso si dirige con violenza verso il luogo dove il più denso si trova, e che la cavità nella quale questo ultimo è contenuto si riempie e diviene turgida, così sovente almeno finchè la natura chimica del liquido non vi pone ostacolo, atteso che, in alcuni casi, l'alcalinità produce lo stesso effetto che la più piccola densità. Dutrochet chiama endosmosi *la tendenza di un liquido a penetrare nell'interno di una cavità organica ed* exosmosi *la opposta tendenza. Egli crede di aver ritrovato la spiegazione di questo fenomeno nella osservazione fatta da Porrett, che quando due liquidi sono separati l'uno dall'altro per mezzo di una membrana, o che si elettrizzi l'uno di essi, questo si dirige con una grande violenza dal lato in cui si trova il liquido elettrizzato, come del pari nella legge generale della elettricità galvanica sulla quale Becquerel ha chiamato l'attenzione dei fisici, ed il quale vuole che quando due corpi di densità differente entrano in mutuo contatto, l'uno prenda la elettricità positiva e l'altro la negativa. Per tal modo egli fu condotto a conchiudere, che la elettricità è l'agente immediato dei movimenti vitali.*

Dutrochet non esita a risguardare, non solamente l'assorbimento dei liquidi per mezzo delle radici e delle correnti ascendenti e discendenti del succo, ma la nutrizione e la formazione dei vegetabili ancora, come de. puri effetti di endosmosi *e di* exosmosi *di fluidi di una densità differente a traverso le pareti dei globetti succosi e delle cellule delle piante. « Risulta, egli dice, (cap. 184) da tutto ciò che si è esposto, che la vita di nutrizione dei vegetabili consiste totalmente nella* endosmosi *e nella* exosmosi; *e siccome queste azioni fisico-organiche riconoscono per causa l'agente elettrico, risulta in ultima analisi, che questo agente è il principio della vita di nutrizione dei vegetabili. »*

*Ma allora donde provengono i primi globetti, nella formazione dei vegetabili, globetti che devono necessariamente precedere l'*endosmosi *e l'*exosmosi? *Come se ne formano dei nuovi, e come questi si congiungono ai differenti tessuti delle piante, che hanno il loro carattere particolare in ciascuna specie vegetabile? Sino a che Dutrochet non avrà risoluto questi due problemi, noi dobbiamo considerare la sua dottrina come una ipotesi azzardata e totalmente senza pruove, la quale non spiega i fenomeni della formazione.* (A)

Le operazioni ignote della formazione ed i movimenti che le accompagnano sono la condizione di tutti gli altri movimenti di liquidi i quali si eseguiscono nei corpi organizzati sotto la influenza di potenze eccitanti, sino a che tutte queste parti sono dei prodotti dell'atto formatore, e che la formazione è quella che loro comunica la proprietà di muoversi sempre che v'han luogo eccitamenti. I globetti contenuti nel succo formatore e nutritivo, con la mobilità che loro appartiene, sono prodotti della formazione. Tutte le parti contrattili che nascono nel germe, il tessuto mucoso negli animali, il tessuto cellulare nei vegetabili, i differenti vasi dotati della contrattilità, le membrane contrattili, sono prodotti dalla forza plastica, e ad essa devono la proprietà di essere contrattili. Lo stesso è dei muscoli e della loro facoltà contrattile vivente. I nervi e l'attitudine che essi hanno ad essere agitati da movimenti intimi per mezzo degli stimoli, dipendono anche da questa forza, che gli chiama all'esistenza con le loro proprietà. La natura dei movimenti che la impressione degli stimolanti produce negli organi, e la reazione di questi pel fatto di un attività che loro appartiene in essenza, offrono tante differenze per quante ve ne sono nella loro organizzazione e nelle loro proprietà vitali, le quali ad essi sono comunicate dall'attività plastica e dal lavoro della formazione.

Tutti i corpi organizzati con le loro diverse parti, le quali si formano in un ordine determinato di successione, non conservano la facoltà di muoversi di un modo speciale, dopo essere stati eccitati, che per quanto sono nutriti. Ma la nutrizione, come ho dimostrato precedentemente, è accompagnata da continui mutamenti nell'organizzazione e composizione chimica, e da movimenti intimi egualmente continui, i quali avvengono sì tra il succo nutritivo e le parti solide, come nelle particelle o molecole dei tessuti medesimi. Ad onta che questi movimenti non cadano sotto i sensi, noi dobbiamo conchiudere la loro esistenza dai mutamenti che scorgiamo in tutte le parti, relativamente alla composizione, alla consistenza, alla configurazione, all'accrescimento ed alla diminuzione di massa, durante la loro vita, e che non potrebbero avvenire senza movimenti interni. Questi movimenti dipendono anche dalla forza plastica o nutritiva, ed è essa quella la quale determina il mantenimento della mobilità delle diverse parti, del tessuto cellulare, delle membrane, dei vasi, dei muscoli e dei nervi negli animali. Dalla nutrizione e dai movimenti che l'accompagnano dipende del pari la proprietà di cui le parti vegetali sono dotate di muoversi sotto la influenza di eccitamenti di specie diversa. Tutte le potenze eccitanti, le quali sono nello stato di provocare dei movimenti visibili nei tessuti organici, sembra che determinino primieramente dei movimenti di nutrizione o molecolari organici, e soltanto in seguito di questi ultimi si manifestano gli altri movimenti che noi osserviamo nelle parti irritate.

Le operazioni della nutrizione ed i movimenti molecolari che vi si congiungono possono essere modificati in tutte le parti solide, mediante diverse specie d'influenze, ed a queste modificazioni vanno uniti dei mutamenti nel loro stato di nutrizione e nelle loro proprietà vitali. Negli animali il tessuto cellulare, le differenti membrane, i muscoli, i nervi, le ossa, i tessuti fibrosi, le glandule, in una parola, tutti i visceri ed organi, provano per parte delle potenze eccitanti e delle impressioni di natura insolita, dei cambiamenti nel loro stato di nutrizione e nella loro organizzazione, come avremo, fra l'altre, occasione di osservarlo al principio della infiammazione. Le parti le quali provano una irritazione innormale o morbosa si gonfiano: esse aumentano di massa, mutano di struttura e tessitura. Il corso della nutrizione è scompigliato dall'induramento e rammollimento morboso, non che da una folla di produzioni patologiche, degenerazioni, scirri, canceri, tubercoli ec., i quali sono accompagnati da uno stato innormale della composizione e della struttura degli organi, e nelle quali l'eccitamento morboso non si manifesta a primo aspetto che mediante un dissesto ed una modificazione sì dell'atto stesso della nutrizione, come dei movimenti molecolari che vi si congiungono. Il mutamento del lavoro della nutrizione, nello stato patològico, si accompagna sempre ad un cambiamento nelle proprietà vitali devolute agli organi, nella loro eccitabilità, nella loro mobilità e nei movimenti ch'eseguiscono sotto l'impero degli eccitamenti. Le parti delle piante possono parimente essere in mille differenti maniere determinate da diverse influenze a delle formazioni innormali e morbose, circostanza nella quale anche il cambiamento avvenuto opera in primo luogo sulle operazioni della nutrizione e movimenti che gli accompagnano.

Fra i movimenti molecolari organici che sono prodotti dalla forza di formazione o di nutrizione, annoveriamo da ultimo quelli che accompagnano la secrezione degli umori. Dei materiali del liquido nutritivo trasportati agli organi secretori servono nel parenchima di questi, per la preparazione di umori di speciale natura, i quali sono dotati di qualità particolari, e versati in differenti spazj. Noi non possiamo considerare la preparazione degli umori negli organi secretori che come un effetto della forza la quale opera e regola i cambiamenti di composizione nei corpi viventi in generale. La preparazione e la secrezione di questi umori devono essere accompagnati da movimenti interni o molecolari, senza i quali non si potrebbero concepire. Ora questi movimenti, che le diverse potenze eccitanti cagionano negli organi secretori dotati di eccitabilità e di attività formativa, da noi son considerati del pari come effetti della forza di formazione e di nutrizione. Essi variano secondo gli organi secretori e l'attività plastica di cui questi organi sono dotati. L'attività degli organi secretori e la costituzione degli umori segregati sono soggetti anche a modificazioni numerose per parte di eccitanti esterni ed interni, di materie diverse onde l'assorbimento si approprja ed essa introduce nella massa degli umori, infine delle irritazioni meccaniche, chimiche e nervose, che agiscono su degli organi della secrezione, mutano la loro attività e la natura dei loro prodotti. Violenti eccitazioni possono mettere questi organi in uno stato d'infiammazione,e modificare in essi il lavoro della nutrizione.

Tutti i fenomeni che accompagnano la formazione, lo sviluppamento, l'accrescimento, la nutrizione e la secrezione che sopravvengono nei corpi organizzati e loro parti, dietro una impressione per parte di agenti eccitanti, fenomeni ai quali vanno congiunti dei movimenti interni o molecolari, sono dunque considerati da noi come effetti dell'attività plastica. Essi sono quelli che forniscono le condizioni di tutti gli altri movimenti visibili che sopravvengono negli organi e tessuti dietro eccitamenti, sì perchè essi chiamano all'esistenza le parti mobili con le loro proprietà, e le provvedono di un altro genere di mobilità, come perchè le mantengono, mediante gli atti della nutrizione, in possesso della facoltà di effettuare dei movimenti sotto la influenza di eccitamenti.

Passiamo frattanto allo studio delle altre forze motrici che dipendono dalla struttura delle parti.

Facoltà motrice dei globetti negli umori e delle gemme.

I globetti contenuti nel sangue degli animali e nel liquido nutritivo dei vegetabili hanno la proprietà di muoversi spontaneamente. I corpiccinoli che si trovano nello sperma perfetto degli animali, e che vengono chiamati animaletti spermatici, eseguiscono anche dei movimenti spontanei. Se ne osservano parimente nelle gemme di alcuni polipi, e di alcune conferve. Questi movimenti sono vitali. Fa d'uopo ben distinguerli da quelli che effettuano i corpi estremamente divisibili, nuotanti nell'acqua, e su dei quali R. Brown ha poco dopo richiamato l'attenzione dei fisici. Per evitare le false conclusioni che si potrebbe tentare di ricavare da queste osservazioni microscopiche, e che produrrebbero degli errori in fisica, qui le sottopongo ad esame, indicando alcuni risultamenti di osservazioni mie proprie su tale subbietto (1).

A prima vista, l'asserzione di Brown, che i corpi inorganici solidi contengono piccolissime particelle sferiche, come gli organismi e loro tessuti, non è fondata nella natura. Le molecole sferiche che egli ha osservato col microscopio nei corpi inorganici attenuatissimi, come il vetro, il granito, la ossidiana, la lava, la pomice, il manganese, il nickel, l'arsenico, lo zolfo, il carbon fossile, ed altre sostanze inorganiche polverizzate, messe in sospensione nell'acqua, non esistono come tali, e sono dei prodotti dell'arte, ciò che ha dimostrato anche C.-A.-S. Schultze. La forma sferica non appartiene alle particelle aggregate prima della divisione meccanica; essa è prodotta mercè lo stropicciamento. Ciò che lo prova si è che quando si infrangono questi corpi e che si considerano in seguito col microscopio, essi compajono sempre più o meno angolosi. Avviene che per lo continuo stropicciamento nell'acqua che essi prendono una forma globosa, la quale è evidentemente il risultato del logoramento degli angoli. La non

(1) *Roberto Brown ha avuto la compiacenza di comunicarmi le sue osservazioni, e di fare molti esperimenti in mia presenza. Io ho ripetuto questi ultimi con Mancke mediante un eccellente microscopio costrutto a Vienna da Ploessel.* (A)

esistenza di molecole sferiche nei corpi minerali è provata in oltre da questa circostanza, che giammai le materie inorganiche tenute in dissoluzione non si mostrano sotto una simile forma nell'atto della cristallizzazione. Se si esaminino col microscopio delle gocce di dissoluzioni saline che si fanno cristallizzare per l'applicazione del calorico e l'evaporazione del liquido dissolvente, le particelle che prendono la forma solida sono sempre angolose, o pure rassomigliano a degli aghi la cui figura varia in ragione delle sostanze fatte cristallizzare, come risulta dalle numerose osservazioni di Ledermueller (1). Le particelle dei corpi inorganici e dei corpi organici non hanno dunque la medesima forma, e la sfericità non è caratteristica che per quelle dei corpi organizzati.

Ma i globetti esistenti nei succhi formatori degli animali e dei vegetabili, e le particelle sferiche dei solidi organici, che moltissimi osservatori, e R. Brown medesimo, hanno scorto mediante il microscopio, non possono essere considerati come molecole elementari della materia organica, come l'hanno preteso molti fisici. Needham, Buffon, Bonnet, O. F. Mueller, Wrisberg e diversi moderni osservatori, Milne-Edwards, ec. hanno commesso un grande errore nell'asserire che tutti i tessuti dei vegetabili e degli animali sono composti da piccole sfere omogenee, o da molecole organiche, ammettendo che le particelle che si scoprono col microscopio nelle fibre muscolari, nel tessuto cellulare, nelle glandule, ec. sono di natura identica, risguardando i globetti ch'esistono nel succo nutritivo delle piante e nel sangue degli animali come gli stessi che quegli che si trovano nei tessuti, e considerando anche gl'infusorj più semplici quali molecole che si distaccano dai corpi organici, nella putrefazione, e li riformano mediante la loro riunione nell'atto della generazione. Se così avvenisse, non si scorgerebbe come da tessuti e da organi si differenti, i quali sono dotati di proprietà e di forze speciali, potrebbero nascere molecole sferiche omogenee ed identiche nella loro natura. Noi non dobbiamo risguardare i globetti osservabili col microscopio nei liquidi e solidi dei corpi organizzati, come le molecole elementari della materia organica, che non sono ancora sino ad oggi cadute sotto i nostri sensi, anche armati di strumenti ausiliari che la fisica ci permette di adoprare. Dobbiamo lungi da ciò, scorgere in essi delle particelle di già organizzate della materia organica, che si sono formate a spese di queste molecole elementari o fondamentali. Essi stessi presentano grandi differenze, nei liquidi e solidi, in ragione della costituzione di questi ultimi, e sono dei prodotti diversi dalle materie organiche che cedono alle leggi della formazione. Ciò che lo prova si è che hanno dei volumi differentissimi, secondo le misure micrometriche. D'altronde la forma e la grossezza dei globetti del sangue variano molto negli animali; d'onde è chiaro che essi non possono essere le particelle elementari della materia organica. I globetti che si scoprono nei nervi, nei muscoli, nelle glandule e nel tessuto cellulare degli animali, non che nei diversi tessuti delle piante, sono del pari differenti quanto alla loro natura. Non se ne sono ancora osservati nell'albumina liquida, nel mucco vegetale, nello zucchero, nell'amido. Infine la materia che si liquefà nell'acqua, nella dissoluzione di un corpo organico avanzato in età, non ne contiene più: essi non compajono là sotto la forma degl'infusorj più semplici, delle monadi, che quando la materia disciolta comincia a riorganizzarsi sotto la influenza di circostanze esterne favorevoli.

Le particelle che si osservano, dividendo estremamente i corpi organici ed inorganici, non hanno dunque la medesima forma, cioè la sferica. Questa non appartiene che ai tessuti organici, mentre che la forma angolosa è propria alle particelle

(1) *Ledermueller ha fatto cristallizzare diverse dissoluzioni di materie inorganiche per l'applicazione del calorico ed ha osservato l'atto della cristallizzazione con l'ajuto sì del microscopio solare che di altre lenti d'ingrandimento. Egli ha rappresentato* (Gemuehs-und Augen-Ergoetzungen. Nuremberg 1763, in 4.) *al momento della loro formazione i cristalli del verderame, e del sale sedativo (tab.* 3 *fig.* 12), *quelli del sale marino (tab.* 6 *fig.* 3, *tab.* 7), *quegli dei sali dell'urina, (tab.* 15), *quelli del sale ammoniaco (tab.* 23), *quelli del salnitro (tab.* 3) *quelli delle particelle saline dei vini di Borgogna e di Francia (tab.* 43), *quelli dell'allume (tab.* 57), *quelli del sublimato (tab.* 69), *e quelli di una dissoluzione d'argento (tab.* 99). (A)

dei minerali. I globetti offrono anche grandi differenze nei tessuti dei corpi organizzati.

In quanto a ciò che concerne i movimenti che Brown ha veduto eseguire dalle particelle galleggianti nell'acqua (*molecoles attive*) dei corpi inorganici, e di alcuni corpi organizzati, movimenti che, per la loro irregolarità e loro apparente spontaneità, gli parevano che rassomigliassero a quelli degl'infusorj più semplici, essi differiscono molto da questi ultimi, come Gleichen (1) ne aveva già fatta la osservazione. Giusta le mie osservazioni, i movimenti degl'infusorj si distinguono essenzialmente da quelli delle particelle capaci della massima divisibilità e galleggianti nell'acqua, in ciò ch'essi provengono sempre da un principio interno, attivo da per sè, e non sono affatto comunicati. Possono essi essere mutati o anche arrestati prontamente da diverse impressioni o cause eccitanti che non esercitano nessuna influenza su dei movimenti delle particelle dei corpi inorganici, o da ciò che Brown chiama molecole attive. I movimenti delle monadi, dei volvoci, delle ciclidi, ec. sono sospesi successivamente dagli acidi nitrico, solforico, acetico, prussico ed altri, dal sal marino, dal solfo prussiato di potassa, dall'acetato di piombo, dal nitrato di mercurio ec., e gli animaletti periscono. Al contrario, quelli delle particelle del granito, del cinabro ec., porfirizzati, continuano senza interruzione in questi liquidi. Se aggiungasi un poco di alcool, di etere, di essenza di trementina, di ammoniaca caustica, o carbonata, ad una goccia di acqua contenente degli infusorj, i movimenti di questi animaletti divengono più lenti, talvolta circolatorj, tremolanti, e tosto cessano affatto. Il solo vapore di queste sostanze basta a produrre il medesimo effetto, quando svilnppasi in vicinanza di una gocciola d'infusorj. Ma questi liquidi non sospendono i movimenti delle molecole attive di Brown, al contrario, essi fansi più rapidi, e le molecole sono trascinate nelle correnti dai movimenti di evaporazione che si stabiliscono. Allorchè si aggiugne ad una goccia carica d'infusorj un poco di acqua contenente muschio, i movimenti divengono da principio più vivi, ma a capo di un minuto si rallentano, gli animaletti si rotolano in cerchio, e finiscono con cessare di muoversi. La tintura acquosa di oppio rende i loro movimenti più lenti e li sopprime. Dopo l'aggiunzione della canfora, sopravvengono movimenti circolatorj, gli animaletti capitombolano e periscono. Queste diverse sostanze non hanno influenza alcuna su dei movimenti delle molecole dei corpi inorganici : la canfora sola determina dei giramenti per mezzo della sua volatilizzazione. Io ho anche osservato che i movimenti degl'infusorj si arrestavano per effetto della corrente elettrica che traversava i fili di una pila voltaica, i quali erano stati tuffati in una goccia d'infusione. La scintilla elettrica diretta sulla goccia ammazza del pari gli animaletti. Questi agenti non arrestano i movimenti delle molecole inorganiche che sono state descritte da Brown; essi non li modificano neanche di una maniera sensibile.

Dobbiamo conchiudere da ciò che la causa dei movimenti degl'infusorj, i quali sono modificati, accelerati, rallentati, o anche arrestati da diverse impressioni o eccitamenti, che non esercitano nessuna influenza su quelli delle particelle dei corpi inorganici divisibilissimi e tenuti sospesi nell'acqua, differisce da quella che cagiona questi ultimi. D'altronde, i movimenti degl'infusorj sono molto più vivi, essi manifestano maggior varietà e si eseguiscono in certe direzioni svariatissime. Questi animaletti attraversano il cam-

(1) Abhandlung ueber die Saamen-und Infusions Thierchen. Nuremberg, 1778, in 4, p. 1. — *Un osservatore il quale è abituato a contemplare dei liquidi con le lenti d'ingrandimento, non prenderà per esseri viventi tutti i corpicciuoli che osserverà nuotare. Alcuni corpi leggieri, per esempio, il polline secco, che si mescola con dell'alcool forte, possono essere risguardati come animaletti da un osservatore, il quale non ha veduto molto di sovente animaletti spermatici ed infusori, ed il quale non ha fatta attenzione, ch'essi si sfuggono a vicenda, o, come io già l'ho osservato qualche volta, in qualche modo sembra che insieme trastullino. Siccome il movimento di questi corpi è di una specie diversa dal movimento animale, cioè a dire estremamente rapido ed a scossa e che i corpicciuoli rotolano sul loro asse a guisa di globetti, che anche di sovente essi si gettano gli uni sugli altri, e si respingono, non è supponibile che un occhio esercitato possa lasciarsi imporre da un fenomeno di questa specie.* (A)

po dell'obbiettivo con una rapidità che non si osserva giammai nelle particelle dei corpi inorganici. Si muovono in tutti i sensi, nuotanti a diritta ed a sinistra, girano su di loro stessi, eseguiscono dei capitomboli, e descrivono dei cerchi con maggiore o minore rapidità. Ora stanno in riposo, ora si abbandonano ai più vivi movimenti. Al contrario, i movimenti delle particelle inorganiche e senza vita sono, per la maggior parte del tempo, lentissimi, debolmente circolatorj, e limitati ad una piccola estensione del campo dell'obbiettivo.

I movimenti che Brown ha osservati nelle molecole loro sono comunicati dalle correnti e movimenti dei liquidi che le contengono. Dipendono anche da un'attrazione e da una ripulsione che si esercita tra le molecole, e da un'azione igrometrica e capillare. Sono anche prodotti dall'aria che si sviluppa nel momento in cui le particelle si sciolgono nell'acqua, e che loro imprime anche movimento. Se si esamina col microscopio una goccia di liquido contenente simili molecole, ed in vicinanza della quale si trova una goccia di un altro liquido volatilissimo, come dell'alcool o dell'etere, si scorge che la prima gocciola è messa in movimento dal vapore della seconda, come se una corrente di aria venisse a scuoterla. Ciò che comprova la influenza che una evaporazione avente luogo nell'acqua esercita sui movimenti delle particelle, si è che essi sono più vivi quando la temperatura dell'aria ambiente è elevata, che quando è bassa. L'addizione di un liquido volatilissimo, dell'alcool, dell'etere, dello spirito canforato, ad una goccetta carica di molecole, e situata sotto al microscopio, accelera di molto i movimenti di questi ultimi. Per verità Brown ha obiettato che i movimenti delle molecole persistono anche quando si copre la goccia di acqua con uno strato di olio, il quale impedisce che l'evaporazione abbia luogo. Brewster ed Hollard hanno fatto la stessa osservazione. Ma ciò che prova che la goccia di acqua si svapora egualmente sotto l'olio, sebbene con lentezza, si è che diminuisce essa a poco a poco e finisce collo sparire. Alcune molecole volatili, come quelle della canfora polverizzata che si mette nell'acqua, vi eseguiscono i movimenti rapidi per effetto dell'evaporazione.

Bagnando o pure umettendo delle particelle secche dei grani di polline secco, delle ceneri di corpi bruciati, dei sali ridotti in polvere fina, si cagionano dei movimenti che dipendono dalla penetrazione dell'acqua in virtù delle leggi della capillarità, e dallo sviluppamento dell'aria imprigionata nei pori. Io ho veduto, esaminando col microscopio la dissoluzione di zucchero, di sal marino e di altri sali polverizzati nell'acqua, la goccia di acqua lasciar scappare delle bolle di aria che trascinavano le molecole con esse sino a che queste si fossero disciolte. Devesi soprattutto riferire ai movimenti di dissoluzione quelli che Brown ha osservati nelle molecole dell'arsenico ed in quelle delle particelle saline nelle ceneri di sostanze organiche ed inorganiche bruciate. Quando si mischiano insieme due liquidi eterogenei, dell'acqua con dell'alcool, dell'etere, degli acidi si osservano sempre dei movimenti che si comunicano alle particelle di corpi inorganici o pure organici, sospesi in questi liquidi. Tutto ciò ci autorizza a conchiudere che i movimenti degli animaletti infusori differiscono da quelli delle particelle divisibilissime che galleggiano nell'acqua, e che si devono considerare come organici o vitali, mentre che questi ultimi sono determinati unicamente dalle forze che diconsi morte o fisiche.

Le precedenti ricerche ci obbligano a considerare come movimenti vitali quelli che si osservano sì nei globetti che contengono il succo nutritivo degli animali e dei vegetabili, come negli animaletti spermatici e nelle gemme dei polipi e conferve. Queste particelle organiche come primi prodotti dell'attività formativa della materia organica, che servono dopo alla formazione, alla nutrizione, all'accrescimento dei solidi di ciascun individuo, ed alla produzione di nuovi esseri, e che precedono costantemente l'effettuazione di questi atti, posseggono la mobilità organica. Sembra che esse sieno dotate dell'eccitabilità sin dal momento medesimo della loro produzione, poichè i loro movimenti sono modificati, accelerati, rallentati, o anche annientati per mezzo di cause eccitanti diverse, le quali non hanno alcuna influenza sopra i movimenti molecolari osservati da Brown. La variabilità dei movimenti in ragione degli eccitamenti deve essere risguardata come una cosa provata relativamente agli animaletti spermatici ed i globetti del succo nutritivo delle piante, ed essa è verisimilissima quanto ai globetti del sangue. Sino a che i globetti del succo nutritivo dei vegetabili e quelli del sangue sono contenuti negli spazii viventi dei vasi, sembra che

essi esercitino una ripulsione gli uni sugli altri, e stanno separati; ma dal momento che i liquidi escono dai vasi, i globetti non tardano a riunirsi, ed il fenomeno della coagulazione avviene. Si è osservato che l'addizione degli acidi faceva nascere deboli movimenti convulsivi nei globetti al momento in cui si coagulavano.

Ignorasi intieramente come queste particelle organizzate della più semplice specie eseguiscano i loro movimenti. Forse questi sono effettuati da una debole contrazione ed espansione della loro materia organica, che non si è potuto ancora osservare, per causa della picciolezza dei corpiccinoli, ma che in verità farebbe bisogno di essere spiegata a sua volta. Dutrochet si è provato darne ragione per l'*endosmosi* e l'*exosmosi*, cui produrrebbero le correnti elettriche A questa ipotesi si può obiettare che essa poggia su di una opinione priva di prove, quella che i globetti sono delle vescichette piene di liquidi. Almeno i globetti del sangue hanno evidentemente un atomo di materia solida. Non è dimostrato di vantaggio che una corrente elettrica abbia luogo nei globetti. In conseguenza lasceremo da parte la quistione di sapere se, come molti fisiologi l'hanno ammesso, essi posseggono una forza motrice particolare, che Kielmeyer chiamava *forza di propulsione*.

In generale chiameremo contrattilità organica o vivente, la proprietà che hanno i solidi animali e vegetali di effettuare in alcune circostanze, e sotto la impressione delle cause eccitanti, dei movimenti che si manifestano mediante la contrazione, l'accorciamento ed il condensamento del tessuto che serve di base a queste parti. Questa proprietà si distingue dalla elasticità perchè non dipende da cause meccaniche, ma essa ha il suo fondamento nella natura organica dei solidi nutriti, e perchè dietro alcune influenze che la mettono in azione, avvengono dei mutamenti organici nelle parti eccitate. Allorchè le parti contrattili cessano di essere nutrite, la facoltà contrattile si spegne in esse, mentre che la elasticità persiste nelle parti prive di vita sino a che la putrefazione non ha distrutta la tessitura organica che la vita loro aveva comunicata

La contrattilità organica presenta nei solidi degli animali e dei vegetabili alcune differenze che sono relative ed a quelle che si osservano nella tessitura e nelle proprietà vitali di queste parti, ed alle influenze o eccitamenti che le stimolano ad entrare in azione. Esaminiamo i fenomeni e le manifestazioni di queste diverse specie di contrattilità, e diamo loro dei differenti nomi.

I. *Contrattilità muscolare.*

La proprietà inerente ai muscoli di essere messi in movimento da eccitamenti di natura svariatissima si chiama contrattilità muscolare o di miotilità. Corrisponde essa alla irritabilità di Haller; denominazione che noi non possiamo conservare, poichè la eccitabilità è una proprietà che appartiene a tutte le parti viventi, e che non potrebbe essere attribuita esclusivamente ai muscoli. I movimenti dei muscoli si distinguono da quelli prodotti dalla elasticità e da ogni specie di contrattilità, per mezzo di vive oscillazioni, accompagnate da un accorciamento, da un condensamento, da un increspamento ai quali succedono il distendimento, il rilasciamento ed allungamento delle fibre e dei fascetti. Le potenze eccitanti delle oscillazioni, per quanto sieno svariate, ed i movimenti che sopravvengono nei muscoli dietro la loro impressione, sembra che avessero sempre per condizione la influenza vivente del sistema nervoso. È abbastanza provato che gli eccitamenti che mettono in azione i muscoli sommessi all'impero della volontà sono cagionati nell'apparecchio nervoso, negli agglomeramenti di sostanza nervosa e che si propagano per mezzo delle ramificazioni nervose che entrano nella composizione dei muscoli. Siccome i muscoli che entrano in contrazione automaticamente mediante stimolazioni umorali, come il cuore e le membrane muscolari, ricevono parimente dei nervi, è verosimile che qui ancora gli eccitamenti agiscono per mezzo dei nervi, o almeno che, simultaneamente con la stimolazione, si effettua nei nervi un mutamento, senza il quale la oscillazione non può avvenire nelle fibre muscolari. Inoltre di tutte le specie di contrattilità organiche, la muscolare è quella che è più facile a mettere in azione per mezzo di commozioni elettriche dirette su dei nervi o su dei muscoli, sia negli animali viventi, sia in quelli che si fanno morire.

La contrattilità muscolare poggia sulla costituzione, organizzazione e composizione chimica speciali dei muscoli, che loro sono comunicate dall'attività plastica, nel momento della loro formazione. La per-

sistenza di questa forza nei muscoli una volta formati è dipendente dalla nutrizione, dall'assimilazione, dalla respirazione e dal movimento degli umori, come anche dalla influenza vivente del sistema nervoso, e varia in ragione delle circostanze che sono state precedentemente enunciate. Ignorasi ancora come questa forza agisca, e come è determinata dalle potenze eccitanti ad entrare in azione. Non si sono ancora emesse che delle pure ipotesi su tal soggetto.

La contrattilità muscolare è una proprietà esclusiva ai muscoli degli animali viventi. Non esiste essa nelle piante, dove non si rinvengono nè fibre muscolari, nè tessuti analoghi ai nervi. Rende gli animali, dotati di una organizzazione complicata, capaci, mediante eccitazioni prodotte nell'apparecchio nervoso vivente, di muoversi a volontà, di determinarsi essi stessi a dei movimenti che variano in ragione della struttura e della disposizione degli organi locomotori. La contrattilità dei muscoli, che entrano nella composizione degli apparecchi della digestione, della respirazione, delle secrezioni e della generazione, è messa in azione automaticamente, per mezzo di eccitazioni umorali e nervose. Da ciò risultano dei movimenti che sono necessarj per l'effettuazione delle funzioni nutritive e generatrici, e dai quali dipendono sì la conservazione degl'individui per qualche lasso di tempo, come la durata delle specie.

II. *Contrattilità degl'infusorj e degli animali gelatinosi.*

I movimenti degl'infusorj e degli animali gelatinosi, dei polipi di acqua dolce e di mare, delle meduse, e tra gli entozoarj, dei vermini a succhiare e di alcuni vermi vescicolari, sembra che sieno effettuati per mezzo di lente alternative di contrazione e di espansione della loro sostanza muccosa. (1)

Io ho, col soccorso del microscopio, che sommamente ingrandiva gli oggetti, osservato delle tracce di contrazione e di espansione anche in molti infusorj più semplici, volvoci e ciclidi. Tutti questi animali sono eccitabili e possono essere determinati a dei movimenti per mezzo di cause stimolanti esterne di diversa natura, meccaniche o chimiche, non che dal fluido elettrico. Sebbene in essa non vi sia sostanza nervosa ridotta in un sistema di filamenti, sono in uno stato di muoversi per mezzo di un'attività interna, cioè secondo le eccitazioni che essi stessi producono. Quando questi animali non sono fissi, come gl'infusorj, i rotiferi, le pennatule e le meduse, possono senza esterna espulsione, mutar sito nuotando o strisciando. Le idre posseggono parimente della locomotilità. Altri polipi, come le vorticelle, le sertolarie, le lobularie, le tubipore, le madrepore, le gorgoni ec. che aderiscono ad un asse comune corneo o calcare ed immobile, non possono per verità, mutar sito: ma essi muovono il loro corpo e le loro particelle per una impulsione interna, in direzioni svariate, e con una rapidità più o meno grande. Per mezzo dei movimenti delle loro braccia o tentacoli, prendono essi il loro alimento e lo portano alla bocca. I movimenti ch'eseguiscono in un modo spontaneo e con una grande vivacità distinguono questi animali dalle conferve, dalle tremelle e dalle oscillatorie, che non hanno la facoltà di muoversi secondo un interno motore e in direzioni arbitrarie. Essi differiscono dai movimenti muscolari dal perchè non sono effettuati da contrazioni ed espansioni di fibre, nè accompagnati da manifeste oscillazioni, o da rapidi incurvamenti ed estensioni. Noteremo questa specie di contrattilità col nome di contrattilità degli animali gelatinosi.

III. *Contrattilità delle conferve, delle tremelle e delle oscillatorie.*

Le conferve, le tremelle e le oscillatorie eseguiscono dei deboli moti, che consistono in lieve raddrizzamento, abbassamento e barcollamento da dritta a sinistra, degl'incurvamenti, degli attortigliamenti ed avvolgimenti spirali dei loro filamenti. Questi movimenti sono modificati da esterne influenze. Il calorico e la luce solare gli accelerano: il freddo e la mancanza di luce li rallentano. Essi sono arrestati dall'addizione di acidi, di sali, di

(1) *Dutrochet (loc. cit., pag. 182) non si è fatto mai scrupolo di negare il carattere dell'animalità agl'infusorj, e di risguardare i loro movimenti come puri effetti dell'endosmosi e dell'exosmosi, prodotti dalle correnti elettriche. Se avesse egli osservato con maggior cura i movimenti sì svariati di questi esseri, non avrebbe osato emettere una opinione anche priva di pruove come quella indicata.* (A)

alcali, o di alcool all'acqua ove si trovano le piante semplici in cui si osservano. Non si potrebbe dunque non ravvisare che questi vegetabili godono della eccitabilità. Questa circostanza e la variabilità dei loro movimenti in ragione degli eccitamenti distinguono questi dai moti molecolari di Brown, su dei quali gli agenti di cui si è parlato non esercitano alcuna influenza. Siamo dunque determinati dietro ciò a considerarli come movimenti vitali. Ignorasi com'essi sono effettuati, ma dee presumersi che consistono in una lenta alternativa di contrazione e di espansione della sostanza omogenea del vegetabile o dei globetti che la costituiscono. Essi differiscono dai movimenti degli infusorj e degli animali gelatinosi, perocchè sembrano essere cagionati unicamente dalle potenze eccitanti esterne, e non manifestano traccia alcuna della spontaneità che non si può ravvisare in questi ultimi. Le piante che gli eseguiscono non possono mutar sito per effetto di una attività che loro essenzialmente appartiene. Noi chiameremo questo modo di mobilità organica col nome di contrattilità vegetale delle piante più semplici.

IV. *Contrattilità del tessuto cellulare, dei vasi e di altri tessuti non muscolari degli animali forniti di organizzazione complicata.*

In molte parti animali di natura non muscolare avvengono dei movimenti che si manifestano per mezzo di lieve accorciamento che alternasi con una espansione debolissima o quasi nulla, e non accompagnati da oscillazioni sensibili, come nei muscoli irritati. A tal classe appartengono il tessuto cellulare e tutte le membrane di cui forma la base, il derma, i vasi sanguigni, i linfatici, i condotti escretori delle glandule, ed anche i tessuti fibrosi. Tutte queste parti sono dotate, durante la vita, del potere di contrarsi e di accorciarsi, allorchè sono state distese in qualsiasi maniera, e quando la causa della loro distensione si trova allontanata.

Le arterie e le vene piene di sangue, i linfatici gonfi della linfa e del chilo che hanno assorbito, i condotti escretori delle glandule distesi dagli umori segregati, fanno sforzo per restringersi e diminuire di diametro, lo che comunica un movimento ai liquidi che contengono. Il grado di distensione di tutti i canali pieni di liquidi è proporzionato alla quantità di questi ultimi. Se vi sono molti liquidi, i vasi ed i condotti escretori sono distesissimi. Allorchè la quantità degli umori diminuisce, i vasi prendono un calibro meno considerabile. In tutti gli animali, la capacità dei vasi sanguigni muta secondo che la massa del sangue aumenta o diminuisce. Se vi si pratica una puntura, un forame, una incisione, essi spingono con forza e zampillano i liquidi che contengono, ed il loro diametro diviene meno considerabile. Questi fenomeni sono più sensibili quando, prima di pungere i vasi, si sono legati affinchè gli umori li distendano in altro grado.

Un gran numero di fisiologi ha osservato la proprietà che hanno durante la vita il tessuto cellulare, le diverse membrane, i vasi, i condotti escretori ed i tessuti fibrosi, di accorciarsi dopo di essere stati distesi, e la tendenza che esiste nei vasi a ristringersi ed a spignere i liquidi che contengono. Alcuni hanno risguardato a torto questa proprietà come un effetto della elasticità, altri come un risultamento della contrattilità muscolare.

Haller, che distingueva benissimo la contrazione e l'accorciamento di queste parti dagli effetti della irritabilità muscolare, commise la mancanza di considerarli come semplici risultamenti dell'elasticità, e giunse anche ad attribuire una simile facoltà di contrarsi ai corpi morti, come il cuojo, le corde di canapa, e le corde di budella. Si può addurre contro questa asserzione che gran numero dei suoi partigiani hanno sostenuto, che la proprietà di cui il tessuto cellulare, i vasi ed i condotti escretori godono di accorciarsi e di contrarsi, siccome allorchè dura la vita, sparisce nella morte e quando la nutrizione cessa dall'effettuarsi. Giammai il tessuto cellulare ed il derma non si contraggono nei cadaveri, quando vi si praticano delle incisioni, e giammai i bordi delle ferite non si separano allora, come avviene negli animali viventi che ne ricevono qualcheduna. Non si osserva niente di simigliante nei condotti escretori che si tagliano a traverso, e che restano abbassati su di essi stessi, mentre che, durante la vita, essi si restringono e le loro due estremità si allontanano l'una dall'altra. Tutte queste parti non posseggono che elasticità negli animali morti. Allorchè sono spostate dal loro sito, esse vi si rimpiazzano bruscamente, ma non sono più dotate di una facoltà contrattile vivente, non si accorciano e non si restringono più per un'attività propria e senza il concorso di impressioni meccaniche. La ela-

sticità di cui godono, anche dopo la morte, e che ha la sua sorgente nella concatenazione dei tessuti, si dissipa del pari, dacchè la putrefazione ha distrutta la loro trama organica.

Alcuni fisiologi, Van Doeveren, Verschuir, Zimmermann ec. hanno considerato la contrazione e l'accorciamento dei vasi ed altre parti contrattili come fenomeni della contrattilità muscolare. Essi sono stati indotti in errore dalla maniera di operare di alcuni agenti chimici, degli acidi minerali in particolare su dei vasi. Di già Haller annovera con ragione gli esperimenti fatti con gli acidi minerali tra quelli che non provano la esistenza della contrattilità muscolare, poichè sia che gli organi, il tessuto cellulare, i vasi, i nervi, i tendini, e le membrane, su i quali queste sostanze agiscono, posseggano o pur nò la vita, queste producono sempre in essi dei movimenti, per mezzo di mutamenti chimici che vi fanno nascere. Dobbiamo a Bichat delle indagini esatte su tale oggetto. Egli ha rinvenuto che i tessuti animali o morti o vivi che si espongono all'azione del fuoco e degli acidi minerali concentrati, dell'acido solforico, nitrico o idroclorico, si contraggono in seguito della corrosione che essi provano, s'increspano, e si accorciano in diversi modi: ma questi movimenti non potrebbero essere risguardati come manifestazioni della vita. Io ho anche riconosciuto che delle arterie, delle vene, dei nervi, e delle membrane che sono stati conservati molti anni nell'alcool, si contraevano quando vi si versava sopra dell'acido solforico, ed eseguivano dei movimenti che rassomigliavano a quelli dei muscoli.

Ad eccezione di quest'azione chimica del fuoco e degli acidi minerali, è cosa provata dalle numerose esperienze che le parti dotate di una facoltà contrattile vivente, il tessuto cellulare, le membrane che ne sono formate, i vasi, i condotti escretori delle glandule, il derma e le parti tendinose, non sono messe in attività da tutte le potenze eccitanti che cagionano delle contrazioni nei muscoli viventi. Alcune stimolazioni meccaniche, il contatto di una punta di ago, l'umettamento con dell'alcool, gli alcali e gli acidi allungati, non determinano nel tessuto cellulare, nei vasi, nei condotti escretori, e nelle parti tendinose, delle contrazioni simili a quelle ch'esse fanno nascere nei muscoli messi a scoperto. La elettricità sviluppata per lo strofinamento o per mezzo del contatto non cagiona effetti sensibili. Noi dobbiamo dunque non confondere i fenomeni contrattili di queste parti con i movimenti dei muscoli irritati.

Molti fisiologi i quali distinguevano i movimenti eseguiti dalle parti precedentemente indicate tanto dagli effetti della elasticità che da quelli della contrattilità muscolare, li considerarono come fenomeni vitali di una specie a parte. Stahl chiamava *tonicità* la proprietà che hanno queste parti a muoversi. Essa è citata sotto la medesima denominazione, o sotto altre analoghe, da Whytt, Cullen, Borden, Grimaud, Barthez, Chaussier ed altri. Blumenbach l'ha chiamata tonicità o contrattilità del tessuto cellulare. Bichat risguardava alcuni dei movimenti di cui trattasi come manifestazioni di una proprietà inerente agli organi, differente dalla elasticità, e risultante dalla disposizione delle molecole nei tessuti, o dalla tessitura degli organi, ma indipendente dalla vita. La morte, diceva egli, non distrugge questa proprietà, poichè è inerente agli organi sino a che non cadano in putrefazione: frattanto la sua energia viene accresciuta dalla vita. Bichat la chiamava contrattilità di tessuto. Altri movimenti appartenenti alla classe di quelli che ci occupano erano considerati da lui come effetti di una proprietà vitale che egli distingueva dalla contrattilità muscolare, e che chiamava contrattilità organica insensibile. Per tale forza, secondo lui, gli organi agiscono, nella nutrizione e secrezione, sul sangue che loro è trasportato. Per mezzo di essa il sangue muovesi nei vasi capillari, ed effettuasi il movimento degli umori segregati nei condotti escretori. Bichat ha sovente confuso gli effetti di queste due pretese proprietà gli uni con gli altri, e con quelli della elasticità.

Non è convenevole ammettere nei tessuti ed organi, dopo la estinzione completa della vita, una contrattilità differente dalla elasticità. Ma non è meno erroneo risguardare con alcuni moderni fisiologi, Bastock, tra gli altri, tutti i fenomeni di contrazione e di accorciamento che non sono prodotti dai muscoli, nelle parti animali viventi, come semplici effetti di elasticità.

Noi non possiamo negare che in molte parti degli animali non eseguisconsi dei movimenti che non si possono risguardare nè come effetti della semplice elasticità, nè come risultamenti della contrattilità muscolare. Noteremo questi movimenti di natura speciale con l'epiteto di tonici, e chiameremo la forza che li produce toni-

cità o contrattilità del tessuto cellulare e degli organi non muscolari. In generale, questa forza organica si manifesta per mezzo di una contrazione di un accorciamento ed un tardo condensamento del tessuto delle parti, che la posseggono, senza osservare delle oscillazioni simili a quelle che avvengono nei muscoli irritati. Essa differisce ancora dalla contrattilità muscolare, perocchè il fluido elettrico e le eccitazioni nervose non la stimolano sensibilmente ad entrare in attività. Ciò non ostante può essere eccitata da diverse impressioni, specialmente dal calorico e dal freddo, dalla influenza della luce, ed anche da altre potenze stimolanti. In oltre varia a seconda dell'età degli animali, delle influenze che mutano lo stato della nutrizione e delle malattie.

La contrattilità delle parti di cui ci occupiamo qui, ed i movimenti determinati da essa sono di grande importanza per l' esercizio di molte funzioni e per la conservazione della vita. La tendenza delle pareti dei vasi linfatici a ristrignersi sui liquidi assorbiti, fa passare questi dalle loro ramificazioni nel sistema vascolare sanguigno. La contrattilità delle arterie e delle vene prende una parte essenziale nella circolazione, ed anche principalmente per la contrazione delle pareti vascolari delle arterie avviene che il sangue è posto in movimento negli animali che non hanno affatto cuore. Le pareti contrattili dei canali imprimono a tutti gli umori segregati e versati nei condotti escretori delle glandule, alcuni movimenti che li determinano a scorrere dalle radici nei tronchi, e da questi alla superficie delle membrane, nell'interno dei canali che loro servono di punto di unione. Senza una viva reazione delle pareti dei condotti escretori su dei liquidi cui contengono, reazione la quale si manifesta per mezzo del loro stringimento ed accorciamento, non si concepisce ciò che li metterebbe in moto, e gli obbligherebbe a scorrere sovente contro il loro proprio peso. La tonicità degli organi fibrosi, dei legamenti, delle fibro cartilagini e delle vere cartilagini facilita i movimenti delle articolazioni.

V. *Contrattilità dei vegetabili vascolari.*

Tutte le piante vascolari sono dotate di eccitabilità. Esse sono stimolate dalle potenze eccitanti a svilupparsi, a nutrirsi, e ad eseguire dei movimenti interni che vanno in compagnia di queste operazioni. I vasi delle piante, tanto quelli che assorbono il succo nelle radici, e lo trasportano alle foglie, attraverso il fusto o tronco, che quelli si appropriano, nelle foglie, del succo nutritivo preparato dal lavoro della respirazione e lo trasportano alle diverse parti, per servire alla nutrizione ed alla formazione, sembra che sieno dotati di una facoltà contrattile vivente. Essi si riempiono del succo attinto dalle radici, e probabilmente reagiscono su di esso per mezzo di una lenta contrazione, seguita da restrignimento, lo che imprime il moto a questo liquido. Se ne ha la pruova nello scolo copioso del succo ascendente, dopo la sezione del fusto e dei rami, fenomeno, il quale, secondo gli esperimenti fatti da Hales, Walker, Mirbel, Chevreul ec. avviene con tanta rapidità e forza che non si può non ravvisare che dipende da una reazione vivente dalla parte delle pareti vascolari e da una impulsione comunicata al succo. Don e Barbieri assicurano parimente aver osservato nelle pareti dei vasi certi movimenti che si manifestavano per mezzo di contrazioni. È provato inoltre che la velocità del movimento del succo viene accresciuta da diverse influenze o potenze eccitanti esterne, le quali agiscono sulle piante, ed il cui modo di azione non ha cosa alcuna di meccanico. Infine si può addurre in favore di questa teorica l'azione sulle piante dei differenti veleni, che fermano il corso del succo. Parimente Goeppert ha osservato che non scorreva succo dalle ferite praticate in alcuni rami di *euphorbia esula, villosa,* e *glaucescens,* di *chelidonium majus,* di *rhus typhinum,* di *chondrilla juncea,* di *hypochaeris radicata,* di *lactuca perennis,* di *leontodon taraxacum* ec. che egli aveva tuffati nell'acido prussico, d'onde conchiuse che i vasi avevano perduto, per l'azione di questo veleno, la loro contrattilità o la facoltà di fare scorrere il succo. In conseguenza non possiamo considerare la causa del movimento del succo nei vegetabili come un effetto della capillarità, o di ogni altra forza puramente fisica, poichè i veleni non producono niente su tali forze. Dobbiamo del pari risguardare l'opinione di Dutrochet, che fa effettuare il movimento del succo per endosmosi ed esosmosi, come una ipotesi priva di pruove, e con la quale non si confà il modo di agire delle sostanze velenose. Siamo dunque obbligati a scorgere in questo movimento del succo un atto vitale che, a giudicarne dalle esperienze indicate di so-

pra, si manifesta per mezzo di una lenta contrazione dei vasi, la quale produce la diminuzione del loro calibro, e comunica al succo la impulsione al movimento.

I movimenti delle foglie, la facoltà che hanno di riprendere il loro sito quando ne sono rimosse da una violenza meccanica, il loro raddrizzamento, spiegamento ed espansione durante la giornata, il loro abbassamento e piegamento durante la notte, che si accompagnano ad un mutamento nel corso del succo, e nello stato di orgasmo, sotto la influenza del calorico e della luce, sembrano del pari essere i resultamenti di un certo grado di contrattilità dei vasi e del loro tessuto cellulare. - Ne abbiamo una specie di pruova nella tensione e rigidità che manifestano le foglie. Si possono anche addurre in appoggio di questa opinione gli esperimenti di Schuebler, Zeller e Goeppert, i quali dimostrano che la facoltà motrice delle foglie viene annientata dai veleni, dall'acido prussico, dai prussiati, dall'acqua di lauro ceraso, dalle sostanze narcotiche, dall'oppio, dalla noce vomica, che si fanno assorbire dalle radici. I movimenti che le piante dette sensitive eseguiscono sotto diverse influenze ed eccitamenti, e che si accompagnano ad un mutamento nell'afflusso del succo e nel grado di orgasmo e di tensione dei condotti dei picciuoli, sembra anche che sieno cagionati in modo immediato dalla contrazione dei vasi succosi, e del tessuto cellulare, in occasione della impressione esercitata dalle potenze stimolanti. Si possono citare in pruova gli effetti che Hope, Wilson, Link, Jaeger, Becker, Goeppert, Macaire-Prinsep e Mulder hanno osservato per l'azione dell'oppio, dell'acido prussico, dell'arsenico, del sublimato ed altri veleni, i quali tolgono ai vegetabili la facoltà di muoversi dietro le irritazioni, quando queste sostanze sono state assorbite dalle radici, o immediatamente applicate sulle foglie ed i gonfiamenti dei picciuoli. I movimenti delle foglie a norma delle ore del giorno, la elevazione e l'abbassamento dei peduncoli, l'aprimento e la chiusura delle foglie, sembrano del pari dipendere da un mutamento nell'affluenza del succo, che è cagionato dalla contrazione cui alcune potenze eccitanti fanno nascere nei vasi succosi. Finalmente i movimenti degli stami e delle antere e quelli del pistillo e dello stimma che sopravvengono dietro lo sviluppamento delle piante o degli eccitamenti arrecati su questi organi, devono essere considerati, in parte, come effetti dell'affluenza del succo e dell'orgasmo che ne risulta, fenomeno dipendente esso stesso dalla contrazione dei vasi succosi, in parte come dei prodotti della contrattilità vivente del tessuto cellulare di queste parti, che è messo in azione dalle stimolazioni. Se ne ha la pruova nella soppressione di questi movimenti da diverse sostanze velenose, come risulta dalle esperienze di Macaire Prinsep, Goeppert ed altri. E lo stesso è quanto ai movimenti ch'eseguiscono le capsule di molte piante.

Siccome in occasione d'influenze ed eccitazioni diverse sopravvengono negli animali dei movimenti, i quali sono accompagnati da un mutamento di sito e di direzione delle parti irritate, e che non si possono riferire alla serie degli effetti cagionati dalla elasticità, siamo necessitati ad ammettere con Gorter, Lups, Bonnet, Broussonnet, J. E. Smith, Koelreuter, Medicus, Desfontaines (1), Hedwig, Gahagan, Humboldt, Saussure, Brugmans e Coulon, Van Marum, Decandolle, Carradori, G. R. Treviranus ed altri che i vegetabili posseggono la eccitabilità ed una facoltà motrice vivente ed organica. Frattanto noi non pensiamo, come parecchi di questi fisiologi, che questa facoltà sia identica con l'irritabilità Alleriana, poichè non si osservano in nessuna parte nelle piante fibre che sieno comparabili a quelle dei muscoli degli animali, e che i movimenti cagionati in esse dalle eccitazioni non sono accompagnati da oscillazioni simili a quelle che si osservano nei muscoli irritati. Con Unzer, J. F. Gmelin ed Oettinger, Farr, L. C. Treviranus, Rudolphi, ec. risguardiamo la facoltà motrice delle piante che si manifesta per mezzo della contrazione ed il condensamento del tessuto cellulare vegetabile, come una facoltà differente dalla forza muscolare, e

(1) *Loc. cit.* — « *La forza contrattile, la quale ci manifesta negli animali dei fenomeni sì sorprendenti e sì svariati non è come lo si crede comunemente un attributo particolare che li distingue; gran numero di piante danno anche dei segni d'irritazione più o meno sensibili secondo la loro età, il loro vigore, la parte che si tocca o che irritasi. Le leggi fisiche e meccaniche comuni non ne renderanno giammai miglior ragione dell'azione muscolare degli animali.* (A)

che ha la sua sorgente nel modo di nutrizione di questi corpi. Relativamente alla sua maniera di agire, essa ha la più grande analogia con la contrattilità del tessuto cellulare ed altre parti non muscolari degli animali, se anche non è identica con essa. La eccitabilità e la contrattilità dei vegetabili vascolari differiscono, in quanto al loro grado ed alle loro manifestazioni, secondo l'età di sviluppamento delle piante, i periodi dell'anno e del giorno, la temperatura, la influenza della luce, la costituzione dell'aria, gli alimenti ed altre influenze che assumono la parte di condizione relativamente alla nutrizione, e possono esse ricevere non poche modificazioni da tutte queste circostanze. Molte sostanze da ultimo, come alcuni veleni e la scintilla elettrica, le annientano. Tutti i movimenti delle piante sono automatici; essi sono il resultamento di una oscura necessità, e sono relativi alle operazioni della formazione, dello sviluppamento, della nutrizione e della generazione. Nessun vegetabile ha il potere di muoversi spontaneamente e volontariamente per mezzo di eccitazioni paragonabili alle stimolazioni nervose, dietro le determinazioni provenienti dal suo interno e con interruzioni dipendenti da esso.

FINE

NOTE DEL TRADUTTORE

CONCERNENTI

UN SUNTO DEI PROGRESSI

DELLA

NOTOMIA E FISIOLOGIA

IN QUESTI ULTIMI TEMPI

Niuno ignora che la presente opera dell'insigne Tiedemann fu pubblicata in tedesco nel 1828, e tradotta in francese nel 1831 dal sig. Jourdan; che perciò manca di molte novità e scoperte recenti fatte da non pochi celebri naturalisti, notomici e fisiologi che al presente nella via sperimentale lavorano per l'incremento della scienza. Oltre alle note da me apposte nei singoli articoli, e massime quelle tratte dai lavori di delle Chiaje,credo pregio dell' opera corredarla di un'appendice onde far conoscere i progressi della notomia e della fisiologia da quella epoca fino ai giorni nostri. Ho profittato all'uopo delle opere più recenti pubblicate, dei transunti che se ne sono dati nei giornali, e del ragguaglio recentissimo pubblicatone da Duvernoy, distinto naturalista e fisiologo francese.

Progressi più recenti della notomia.

Dopo i lavori del celebre Cuvier, che tanto lustro ha sparso sulla distribuzione e classificazione degli animali, sulla notomia e fisiologia comparata, moltissimi nuovi se ne sono pubblicati. Bisogna tenere in pregio le analisi chimica ed organica della linfa, del chilo, del sangue, della bile, del latte, del pus, fatte dai signori Prevost e Dumas, Marcet, Lecanu, Denis, Levret e Lassaigne, Chevrel, Bourdet, Nasse, Schultz, R. Vagner, Turpin, Donnè, Bonnet, Mandl, Bufalini, Fustler. Il signor Demarcais ha soprattutto fatta l' analisi chimica della bile, e crede aver riconosciuto che la stessa è un sapone a base di soda, come credevano gli antichi. Donnè ha analizzato il sangue in particolare, e vi ha confermata la presenza dei globetti bianchi, che distingue dai rossi e da quei del chilo. I sullodati autori opinano che gli umori serbano natura costante di composizione e danno impronte fisiologiche all'organismo che servono come tipi delle patologiche condizioni, e perciò sostengono che il sangue non si altera soltanto nelle proporzioni dei suoi elementi, fibrina, albumina e siero, ma bensì si alterano i globetti organici anzidetti in molte malattie. Noi applaudiamo a siffatti lavori, ma essi presentano tuttora le più grandi imperfezioni, poichè i caratteri e le proprietà dei liquidi anzidetti non sono sempre costanti: differenze dipendenti dalle leggi che governano l' organismo e la vita. Che perciò le deduzioni che essi hanno creduto trarre per la spiegazione di tanti effetti fisiologici e patologici sono tuttora incerti, ed il prof. Giacomini ha fatto ciò notare con ragioni e con fatti in una sua dotta Memoria colla quale combatte questo modo di vedere in patagenia, di che gli innovatori trasportati dalle loro visioni fan pompa oggigiorno, dimenticando le manifestazioni e le proprietà del solido vivo, su cui

i più grandi fisiologi hanno richiamata la loro attenzione. I fluidi non fanno che predisporre ai morbi, ma non costituiscono morbi in essenza. Ogni morbo si vede nei solidi, e le pretese materie morbose non si ravvisano nel corpo, se non dopo lesi i tessuti, cui i fluidi sono subordinati, malgrado che questi nutriscano i primi. L'alterazione degli umori dipende da quella dei solidi, ed è perciò effetto e non mai cagione primitiva di morbi, verità che poggia sopra fatti evidenti. Gli argomenti per confutare questa opinione saranno da me esposti in una memoria che pubblicherò in seguito: non essendone questo il luogo opportuno.

Recentissimamente i signori Mitcherlich, il nostro autore e Gmelin, Marchand hanno fatte varie esperienze per provare la presenza dell'urea nel sangue; ripeterono quelle di Prevost e Dumas: tolsero i reni, paralizzarono i nervi di questi organi colla legatura dei nervi, esaminarono il sangue dei morti per colera asiatico in cui detti organi non separano, osservarono gli umori degli idropici, nelle cui acque Nysten anche la rinvenne: queste cose indicano le varie parti ove si rinviene l'urea, che secondo i detti autori si trova nel sangue senza bisogno dei reni. Secondo Wechler è questo un errore. L'urea è fattizia poichè mercè i reagenti chimici si può ottenere da tutte le parti del corpo, è creata dalla chimica al dir di Dugès Si persuadano gli *umoristi*, i *sanguisti*, i *mistionisti*, che vogliono ridurre la vita sana e morbosa a puro chimismo, che il sangue non è il ricettacolo di tanti umori allorchè vive. Diverse materie si possono ritrovare nel corpo sano e morboso, e sogliono variare a seconda degli organismi de'lavori morbosi, ingenerarsi sotto condizioni svariate.

Il sig. Prevost di Ginevra ha osservato che ogni fibra muscolare del ranocchio è un piccolo cilindro il cui diametro varia tra 5/100 e 10/100 di millimetro. Esso si compone di fibrette del diametro di 1/400 di millimetro. Ciascuna fibra è inviluppata in una guaina, in cui si osservano a distanze regolari di 2/200 di millimetro, piccioli nastri trasversali formanti anelli che circondano le fibre e che appartengono a questa membrana. L'estremità dei filamenti nervosi termina negli anelli delle fibre e l'inviluppano in molte anse. Nello stato di riposo le fibre muscolari sono flessuose. Messe in azione tutte le parti della linea piegata che rappresentano, gravitano le une sulle altre. Questa struttura delle fibre anzidette non è sempre la stessa, come Peltier ha fatto rilevare all'uopo.

Un tessuto elastico diverso di forma e di disposizione, dotato di notevole attività e di vitalità, fa le veci di fibra muscolare, di cui serba le manifestazioni. È questo il tessuto che entra nella composizione del legamento cervicale, molto sviluppato nei mammali che hanno grossa testa, di alcune sostanze intervertebrali del ligamento che mantiene rilevata la *falange unghiale dei gatti*. Blainville ha osservato ciò nelle ali dei pipistrelli. Lauth nel tendine del muscolo estensore delle ali degli uccelli. Duvernoy nel sacco sotto mandibolare del pellicano. Questo tessuto elastico è importante alla struttura dei polmoni dei vertebrati; e secondo il lodato Duvernoy forma la base della struttura delle pareti aeree, ove sviluppasi in ragione inversa delle cartilagini che entrar possono nella stessa composizione. I signori J. Muller, Brechet, Gluge hanno ravvisato lo stesso tessuto elastico: il primo nella verga dello *struzzo*, del *nardou* ec., e gli altri nell'utero della vacca: vi forma una reticella analoga a quella della borsa del pellicano, cui è stato paragonato.

Il sig. Retzius di Stockholm fra gli altri si è occupato della struttura dei denti. Egli li ha studiati nella loro prima comparsa e nello stato di sviluppamento successivo. Queste novelle ricerche fatte col microscopio han condotto a scoperte importanti sulla struttura degli organi secernenti, come delle glandole salivali, del fegato, dei reni: scoperte appartenenti a Rathke, Boer, Weber e massime a Muller da me citato alla pagina 187 (*nota*.)

I signori Dujardin e Verger hanno fatto rilevare l'intima struttura del *fegato dei mammali*. I risultamenti delle loro ricerche pressochè coincidono con quelle di Duvernoy, cioè che il fegato fra tutti gli organi secernenti si distingue, perchè racchiude una quantità variabile di bile concreta nelle cassulette che questo ultimo autore vi ha dimostrato, appunto come si osservano nelle grandi capsole, nei tubi dei crostacei, o il' insetti nei quali non vi è parenchima.

Varii notomici hanno diligentemente investigato col microscopio la struttura dei nervi. Tralasciando di far parola delle note osservazioni di della Torre, Barba, recentemente Valentin, Ehrenberg, Burdach

e Mandl hanno lavorato sullo stesso subietto. Il sig. Valentin, accurato esperimentatore, ha fatto rilevare le parti costituenti il sistema nervoso, le terminazioni periferiche e centrali dei nervi; secondo lui il sistema nervoso è un aggregato di filamenti conduttori della forza nervosa e di globetti produttori; questi due elementi riuniti o isolati compongono le diverse parti del sistema nervoso. La sostanza grigia del cervello risulta da detti globetti produttori; la bianca ed i ganglj sono un complesso di globetti produttori e di filamenti conduttori contigui, ma non mai confusi: i filamenti elementari sono ripiegati sopra essi medesimi nelle parti centrali del sistema nervoso come nelle parti periferiche, in guisa che il loro insieme forma sempre una lunga ellissi. Egli ha notato che i nervi motori non hanno terminazioni periferiche, e che la loro parte centrifuga si congiunge colla centripeta.

Il sig. Burdach, partendo dalla idea che la distribuzione dei nervi deve esser diversa a seconda degli organi, l'ha egli investigata, facendo rilevare il modo come realmente terminano nella lingua, nella membrana mucosa che tappezza la cavità della bocca nei ranocchi. Egli ha dimostrato: 1. che l'*ipoglosso* si distribuisce ai muscoli della lingua, e vi si comporta come i nervi dei muscoli formando cioè un plesso e delle anse terminali: 2. che i rami del *quinto paio* che corrispondono al nervo linguale sono disposti come quelli della pelle a guisa di reticella, di branche, di rami e ramuscelli, senza dividersi in fibre isolate. Finalmente che *il glosso faringeo* si distribuisce soltanto alla membrana mucosa, e sembra dividersi in filamenti primitivi che vi formano anse terminali. Burdach dalle accennate sue osservazioni conchiude 1. che il carattere essenziale di tutte le paia dei nervi del senso consista in formare una finissima reticella ed a dividersi nelle parti elementari più sottili: 2. che il carattere dei nervi che presiedono alla sensibilità generale tanto cerebrali che spinali consista in formare reticelle svariate estesissime, che son composte di fascetti nervosi e di rado di fibre primitive. 3. Finalmente che il carattere essenziale dei nervi che dirigono l'azione muscolare consiste in formare nell'interno del muscolo un plesso composto in parte di forti fascetti, disposti in anse terminali, e che rarissimamente questi fascetti si risolvono in fibre primitive assolutamente isolate.

Di recente Ehrenberg ha fissata la sua attenzione sulla struttura dei nervi. Egli ha confermata la già nota opinione che le fibrette filamentose e paralIele, dalle quali risultano i nervi, sieno vuote, e che vi si contiene un umore non in globetti solidificati, come taluni credono, ma fluidi, pellucidj, cruorici.

È pregevole il lavoro del sig. Brandt sugli occhi semplici degli animali articolati. Egli fa vedere che la loro struttura è complicata come quella degli animali superiori, e ne deduce che ogni occhio semplice negli aracnidi, negl'insetti, e negl'altri animali, che ne sono provvisti, ricevono diverse impressioni onde rappresentano altrettante immagini. Questo valente notomico mercè le sue indefesse fatiche ha conosciuto negli occhi del *mygale:* 1. una cornea trasparente; 2. un cristallino sferico o sferoidale: 3. una pupilla; 4. un corpo vitreo circondato da una materia nera; 5. una espansione in forma di capsola che si estende fino alla pupilla e che appartiene al nervo ottico; 6. un tessuto e fibre muscolari. Simili ricerche furono anche fatte da Muller sugli occhi degli animali articolati, esponendo una nuova teorica sulla loro azione.

Brechet ha fissato la sua attenzione in particolare sull' organo dell' udito dei vertebrati e specialmente degli *uccelli* e dei *pesci*: e Windischmann ha pubblicato un egregio lavoro sulla struttura dell' organo dell' udito negli anfibj.

I sig. Eydouxe Souleyet in molti molluschi *pteropodi* e *gasteropodi eteropodi* hanno scoperto un organo destinato all' udito di questi animali: le loro scoperte furono confermate da Gaudichaud nell'animale della *carinaria.* Delle Chiaje in questa e nelle *pterotrachee* fin dal 1836 lo chiamò otolite sacculare: ed i signori Poichet e Laurent hanno osservato l'organo medesimo negli embrioni della *limnea* e del *limax* Anche Siebold ha descritto un organo analogo situato alla base del piede di molti bivalvi *(specie di cicladi).* Siffatto organo consiste in una piccola capsola che comunica mercè un filetto nervoso con uno dei ganglj cerebrali, e che contiene picciolissimi corpi cristallini che fanno fortissimi movimenti vibratorii straordinarii. Questo fenomeno è stato confermato da Laurent distinto prof. di notomia comparata e di fisiologia generale.

I lavori di Lauth e di Savart sull'orga-

nò dell'udito dell'uomo e degli animali, e sulla voce hanno avvalorato le teoriche di Gerdy, Bennati, Cagniardt Latour sulla formazione della voce umana.

Brechet e Roussel di Vauzème hanno studiato in particolare gli apparecchi tegumentali dei mammali. Essi hanno minutamente decomposto ed analizzato questo apparecchio, facendone rilevare le moltiplici funzioni che sono relative all' assorbimento, all'esalazione, alla difesa del corpo, al colorito della pelle ed alla sensibilità. Wendt di Breslavia nel 1833 scrisse una importante dissertazione sulla epiderme umana, dimostrando essere la stessa composta di tre strati o laminette. In detto lavoro si fa menzione dei canali spirali sudoriferi scoperti da Purkinie, non che dai due sullodati notomici, i quali hanno fatto compiutamente conoscere le glandole di detti canali escretori e di tutto l'apparecchio diapnogeno. Gurlt ha chiarito la conoscenza delle glandole stesse e delle sebaciche della pelle in tutti gli animali domestici: egli ha fatto pure un lavoro sulla struttura delle unghie e delle corna.

Flourens ha fatto ricerche sulla pelle e sulle membrane mucose, analizzando diligentissimamente i diversi strati tra il derme e l'epiderme, e le relazioni dell' epiderme con i peli e colle unghie. Egli ha dimostrato che la reticella malpighiana è una laminetta continua.

Gluge, grande osservatore microscopista, ha esaminato lo strato esterno della pelle ossia dell'epiderme in molti mammali, e l'epitelio ossia lo strato più superficiale delle membrane mucose, l'epiderme dei ranocchi, della quale erasi occupato già Valentin. La stessa risulta da cellule esagone, ciascuna delle quali racchiude un piccolo globetto: il diametro di ogni cellula è di 14/100 di millimetro, e quello di un globetto di 1/123. L'epidermide delle sanguisughe è più semplice, risultando da una massa granosa in cui son racchiusi piccoli globetti perfettamente simili, quanto alla forma ed il diametro, a quelli degli animali vertebrati.

Dobbiamo al Henle un eccellente lavoro intorno all'epitelio che riveste tutte le mucose, le interne pareti dei vasi escretori e le superficie delle membrane sierose nell'uomo.

Bischoff prof. ad Heildelberg ha pubblicato interessanti ricerche sulla *intima struttura della mucosa dello stomaco* nelle quattro classi di animali vertebrati: lavoro accompagnato da 27 figure che chiariscono la descrizione. Le sue osservazioni hanno relazione colle più recenti esperienze sulla digestione, e confermano vie più che la muccosa è una pelle interna modificata.

L'organizzazione del tessuto delle membrane muccose secernenti paragonata con quella dei vegetabili è stata esaminata da Turpin. Egli dimostra ancora evidentemente la origine e la composizione di tutti i tessuti cellulari organici.

In questi ultimi tempi varj insigni notomici e fisiologi si sono occupati della generazione e dell'ovologia degli animali. Fra gli altri lavori bisogna far menzione di quello del sig. Wagner. Questo indefesso ed accurato notomico ha riconosciuto gli organi maschili della generazione negli animali inferiori e specialmente nelle *attinie* nelle quali nessuno l'avea ravvisati prima di lui. Egli dalle proprie osservazioni, non che da quelle dei sig. Prevost sui *molluschi bivalvi*, di Burmeister sui *cirripodi*, di delle Chiaje sugli *echinodermi*, conchiude che il doppio sesso è una condizione invariabile e costante nella vita animale. Deduce bensì che i *zoospermi* costituiscono essenzialmente ciascuno una semenza, che i globetti del sangue appartengono alla composizione del fluido nutritivo: opinione per altro di Prevost e Dumas, di Czermack, e di altri, fra quali Dujardin che risguarda i zoospermi come derivazioni degli organismi.

Il dotto autore in un altro lavoro insigne più recente ha estese le sue ricerche di ovologia ed embriologia in tutte le classi del regno animale. Egli fa vedere che il germe preesiste nell'ovario prima della fecondazione, la quale, secondo lui, è uno incitamento per lo sviluppamento del nuovo essere. Il germe o uovo primitivo osservato da principio nell'ovaja è composto 1. di uno esterno inviluppo o di un coccio, che è una specie di chorion originale e primitivo: 2. di un meso-germe formato da diversi elementi analoghi nelle varie specie; 3. di *una vescichetta*, che Purkinie chiama germinativa, le cui pareti membranose sono delicatissime e trasparenti e rinchiudono una materia simile al bianco d'uovo; 4. al di dentro di questa vescichetta si osservano una o molte macchie granose che egli chiama *stratum germinativum* o strato primitivo, dai fisiologi detto *macula Wagneri*. Queste due ultime parti più essenziali dell'uovo primitivo sono state confermate in tutte le classi inferiori, eccetto negli *animaletti*

L'insigne ed indefesso notomico ha seguito lo strato del germe e della vescichetta e poi quello del torlo di dentro in fuora, ed in fine il corion ed una pellicola negl'insetti, i cui ovarj conici colla estremità filiforme, delicata, mostrano dopo la sommità dritta di ciascuno dei tubi di ... ovaje fino alla loro parte più lar... i differenti gradi di sviluppamento.

... sig. Velpeau ha fatto speciali studj ... uovo umano; Breschet si è occupato ...lla membrana caduca dell'*uomo* e dei *ammali*, e Burdach ha osservato che la madre comunica all'uovo alcune parti analoghe all'inviluppo esterno dell'uovo stesso, già rivestito di una membrana o di una conchiglia, che agevola l'incubazione; la suddetta membrana da lui è distinta col nome di *nidamentum*.

Dutrochet fin dal 1813 dimostrò l'analogia tra l'uovo del mammifero e quello dell'oviparo: cosa messa in chiaro da Cuvier e viepiù distintamente dimostrata in seguito con lavori ulteriori dal lodato naturalista.

Flourens colle sue ricerche ha dimostrato la continuità del cordone ombelicale tra il feto e le membrane dell'uovo nei mammali, negli uccelli, nei pesci, notandone la differenza che esiste in queste tre classi.

Il sig. Coste ha fatto rilevare le membrane dell'uovo dei mammali ed in particolare quelle del *coniglio*, della *pecora* dal primo loro sviluppo fino al nascere delle placente.

Martin S. Ange in seguito ha osservato le cose medesime, ed ha dimostrato che le villosità del corion dei mammiferi sono vascolari. Tali villosità da Breschet e Gluge sono credute analoghe a quelle delle intestina. Egli assicura che iniezioni giammai son passate dalla madre al feto nè viceversa. A tal uopo Flourens opina che questa comunicazione ha luogo nella specie a placenta unica; cosa stabilita coll'esperienze. Su questo subietto Eschicht ha scritta una memoria.

Owen ha osservato che i vasi ombelicali nei *marsupiali* non attraversano la scorza dell'uovo o il corion per prendere la materia nutritiva occorrente al feto sulla superficie dell'uovo, come ha luogo nei mammali; ma che il loro sviluppamento si arresta dentro a siffatto inviluppo: questo carattere differenziale fu assegnato da Cuvier tra l'uovo dei vivipari e quello degli ovipari.

Diversi altri notomici e fisiologi si sono occupati di *Embriogenia* e di *Embriologia*. I punti relativi a siffatti trattati risguardano la prima apparizione dell'embrione, gli organi che si sviluppano successivamente, le metamorfosi, i cangiamenti successivi di forma e di proporzione, il perfetto sviluppamento dei sistemi organici ec. Difatti fra i più recenti Baer e Rathke hanno fatto conoscere ciò che risguarda l'embriogenia dei mammiferi, uccelli e pesci; Rusconi delle salamandre e pesci; Tiedemann delle tartarughe; Dugès e Martin S. Ange le metamorfosi dei ranocchi e delle salamandre; Reichert ha fatto rilevare l'istoria comparata dello sviluppo della testa dei *batraci*, al quale lavoro egli ha aggiunto il modo di composizione della testa degli animali vertebrati in generale. Il lodato Dugès nel 1834 pubblicò un egregio lavoro sulla osteologia e miologia dei *batraci*, che fu coronato dalla R. Accademia delle scienze di Parigi. Similmente Rathke ha indagato lo sviluppo della seppia e dell'*asello di acqua dolce*, dei *crostacei*, dello *scorpione* tra gli *aracnidi*, e delle *attinie* tra i *zoofiti*. Hérold ha fatto ricerche analoghe sugli *aragnei*, e che ha estese agli animali articolati trattando della formazione dell'embrione degl'insetti nell'uovo, dalle quali può trarsi partito per gli avanzamenti della fisiologia generale.

Il tipo dei molluschi, le cui uova spesso trasparenti si possono colla debita diligenza osservare, ha formato il subietto delle ricerche: di Cuvier e Dugès per i *cefalopodi*, di Dumortier, il quale ha fatto rilevare i cangiamenti giornalieri nell'embrione delle *limnee* di Laurent, di Van Boneden, e Vindischmann, per i *gasteropodi*.

Quatrefages ha osservato sulle *planorbe* e le *limnee* le prime linee del sistema nervoso, che cominciano a costituire i ganglj esofagei. Delle Chiaje ha visto il sistema respiratorio e nervoso della *cimbulia*, ha distrigato il nervo stomaco-gastrico della *tetide* non che il mirabile suo apparato circolatorio venoso ed arterioso, il particolare organo escretore di essa e della *titonia tetidea*.

In ultimo è da notarsi che l'insigne notomico italiano sig. Panizza fra gli altri suoi lavori ne ha pubblicato uno più recente sul sistema linfatico in generale, e massime su quello dei rettili: opera pregevole, opera classica che onora la nostra Italia, dando pruove delle cure indefesse che egli consacra per la scienza.

Tiedemann.

Progressi della fisiologia animale in questi ultimi anni.

Fra gli autori che più recentemente hanno contribuito all'incremento della fisiologia generale e particolare conviene annoverare Marschal Hall. Ad onta che molti fisiologi siensi occupati a spiegare le funzioni dei nervi, in questi ultimi tempi ha egli fissata la sua attenzione su'le stesse. Distingue i nervi *eccito-motori*. Alcuni fra essi conducono al centro spinale le interne e le esterne eccitazioni e che sono riflesse dal centro mercè i nervi motori senza che si percepiscano. Questa nuova teorica di tutti i movimenti involontarj prodotti dall'azione riflessa dei nervi *eccito motori*, ci potrà condurre ad una nuova classificazione dei movimenti degli animali inferiori ed intenderli ancora in modo più chiaro. Dalla medesima veduta dedurremo che negli animali che non presentano nervi visibili o che sieno mancanti del centro cerebrale, per comunicare al sensorio le impressioni di ogni specie, per fare irradiare la sua volontà su tutti i punti dell'organismo in cui possono arrivare le volontarie determinazioni, bastano i moti automatici per istabilire il carattere dell'animalità. Similmente che negli animali provveduti di un centro spinale o altro analogo o rigonfiamenti midollari moltiplicati, dispersi con i filamenti corrispondenti, senza che il sistema nervoso costituisca un vero centro d'impressioni, devesi anche ammettere l'animalità. Egli dà grande importanza all'elettricità nei movimenti animali e specialmente nella contrattilità muscolare. Tale argomento da molti scrittori è stato trattato; ma di recente ha richiamato l'attenzione degl'Italiani Puccinotti e Pacinotti, i quali con esperienze decisive hanno provato l'esistenza e le leggi delle correnti elettro fisiologiche negli animali a sangue caldo.

Prevost ha magnetizzato alcune anguille col ferro dolce finissimo, situandole vicinissime ai nervi che si distribuiscono ai muscoli in situazione perpendicolare che supponeva dover percorrere la corrente elettrica. La magnetizzazione ha avuto luogo nel momento in cui irritando la midolla spinale si contraggono i muscoli dell'animale. Egli paragona ogni fibra muscolare ad una piccola calamita a cerniera flessibile, le cui diverse parti tendono ad attirarsi le une colle altre. Ove queste esperienze saranno confermate si potrebbe stabilire una teorica più certa dell'influenza nervosa sulla contrattilità.

L'elettricità animale non è sfuggita alla sagacità di parecchi altri fisiologi. Basta citare gli esperimenti e le osservazioni di Delle Chiaje, Santi Linari, Matteucci, Becquerel e Breschet fatte colla torpedine elettrica (1). Altri *animaletti detti rotatori* sia nello stato di embrioni come moti molluschi, sia inviluppati nell'uovo come le spugne ed i gorgoni presentano fenomeni vibratorj rapidi e straordinarj, che hanno richiamata l'attenzione del sig. Grant. Anche gli embrioni dei vermini intestinali e dei molluschi si muovono giusta le esperienze di Dujardin, Land, Jacquemin. Le larve delle salamandre fanno mosse vibratorie come attesta Steinbuch; e Sharpers ha notato lo stesso fenomeno nelle branchie delle cazzole. Dopo Lister e Poli, Muller, Carus, Raspail l'hanno osservato nelle branchie o nelle frange del mantello di molti molluschi acefali. Simili fenomeni sono stati osservati da Purkinje e Valentin nelle tre classi superiori di animali vertebrati mercè il microscopio che ingrandiva da 3 a 4 cento diametri. Questo effetto ha luogo a preferenza nelle vie aeree e negli organi feminei dei mammiferi, degli uccelli e dei rettili, e sembra prodursi ancora nelle ciglia. Ha per carattere di continuarsi anche dopo la morte per più ore, a norma degli organi, degl'individui e delle specie. Si cerca sapere se tali movimenti hanno luogo durante la secrezione, oppure quando le superficie muccose si sbarazzano delle materie separate? Bisogna notare che negli animali superiori detti fenomeni si manifestano massime nelle muccose delle vie respiratorie e generatorie, e che per molti animali inferiori sono di locomozione. Il sig. Donnè presentò all'Accademia delle Scienze di Parigi una osservazione, cioè di aver veduto un movimento vibratorio sopra una membrana muccosa in un infermo di polipo al naso, e che durò 30 ore. Dopo 7 ad 8 ore l'epitelio della membrana si cominciò a separare e dividersi in particelle piriformi di 1/40 di millimetro lunghe ed 1/100 larghe in parte rigonfiata. Su questa ultima parte erano attaccate le ciglia vibratorie; l'altra terminava in coda. Vedeansi allora delle vere monadi muoversi nel liquido ed agitarsi con grande rapidità.

(1) *Veggasi la mia nota dalla pag.* 154 *a* 156.

Quanto alla digestione bisogna sapere che in questi ultimi anni Muller e Schwan, Purkinje e Pappenheim vi hanno fatto studio particolare. I primi hanno composto un sugo gastrico chimificante eguale al sugo gastrico naturale, disseccando e quindi disciogliendo nell'acqua calda una membrana muccosa qualunque tolta da uno stomaco o da altra parte, non esclusa la vescica orinaria, ed aggiungendo a questa dissoluzione una data quantità di acido acetico o poco acido idroclorico formasi così una specie di mucco acido. I secondi, lungi dal praticare siffatta operazione, formano detto acido mediante l'azione del fluido galvanico sulla dissoluzione della muccosa. Queste operazioni son dirette a far rilevare le digestioni artifiziali, delle quali alcuni fisiologi hanno parlato: ma egli è da sapersi che la digestione non è un semplice e mero lavoro chimico, ma vi prende parte l'organismo vivente, l'innervazione ec.

Flourens ha di bel nuovo studiato i fenomeni meccanici della *ruminazione*, di cui ha cercato dare una spiegazione più esatta e precisa di quella dianzi data.

Dulong e Despretz hanno riesaminato i fenomeni fisici e chimici della respirazione che considerano come cagione principale del calorico animale. Mitscherlich, Tiedemann e Gmelin hanno dato ancora una nuova spiegazione dei fenomeni chimici di detta funzione e particolarmente hanno sostenuto la presenza dell'acido carbonico nel sangue. Essi opinano che il fluido nutritivo degli animali a sangue rosso e caldo non contiene acido carbonico libero, ma combinato: il sangue venoso ne contiene più dell'arterioso, cioè nella proporzione di tre a due. Nell'atto della respirazione l'ossigeno dell'aria si combina in parte col carbonio e coll'idrogeno, e così formasi acido carbonico ed acqua. Un'altra parte se ne combina colle sostanze organiche e forma l'acido acetico ed il lattico. Questi acidi decompongono una parte di carbonato di soda del sangue, e sviluppano l'acido carbonico che passa nelle vie aeree: l'acetato di soda si esala per la pelle e prende la via dei reni, ed è rimpiazzato dall'acido carbonico.

Flourens ha bene spiegato i fenomeni meccanici della respirazione nei pesci. Dalle sue esperienze si rileva la necessità che detti animali hanno del peso dell' acqua che fa spiegare le serie di lamine branchiali, e le lamine componenti queste serie.

Audouin ed Edwards hanno spiegato i fenomeni meccanici della respirazione dei crostacei decapodi, e Milne Edwards ne ha dato ancora una più esatta e precisa spiegazione facendo conoscere che la direzione dell'acqua, e l'uso delle *branchiali* servono alla respirazione di siffatti animali.

Sulla temperatura del corpo umano e sui diversi gradi di essa, non che sulle relazioni della circolazione e della respirazione, e sui corpi fra quali gli animali vivono, Brechet e Becquerel hanno richiamata la loro attenzione; ed i sig. Eydoux e Souleyet hanno fatto conoscere belle esperienze all'uopo, le quali confermano che la temperatura dell'uomo appena varia malgrado che la temperatura esteriore sia assai differente. Così una temperatura di otto centigradi al *Capo Horn*, e di 4 sui margini del *Gange*, presso *Calcutta* non ha fatto variare che di 1. la temperatura dei marinaj sottoposti alle osservazioni. L'indipendenza della esterna temperatura non è notevole negli uccelli che hanno segnato costantemente al termometro centigrado 38 a 40, quando l'aria esterna non faceva salire il termometro che a 4.° 4; 7, 1; 13, 5, o a gradi più elevati. Simili esperienze sono state fatte da viaggiatori inglesi ed americani al *polo nord*. In dette regioni glaciali in cui il freddo giugne a 30 in 40 centigradi sotto al zero gli uccelli che vi possono vivere conservano la temperatura di 38 a 40 centigradi. Eydoux e Souleyet colle loro esperienze fatte sul pesce cane hanno dimostrato che la temperatura degli animali a sangue freddo, almeno quella dei pesci, può elevarsi di più gradi al di sopra del mezzo in cui vivono. David in molti *scombri* l'avea già ravvisata di un grado al di sopra della temperatura del mare. Secondo Newport la temperatura degl'insetti, al pari che nelle classi superiori è in ragione dell'attività della respirazione aerea.

Il sig. Carlo Morren con somma sagacità ha fatto in tre Memorie rilevare l'influenza della luce sulla manifestazione e sviluppamento degli esseri vegetabili ed animali, la cui origine attribuivasi alla generazione diretta spontanea. Questa influenza secondo lui è una condizione che mantiene la loro esistenza, ma giammai la provoca. Egli dice che in natura tutto è sottoposto a continua generazione, ed i corpi organici si propagano per via d'individui della stessa specie, onde esclude la formazione senza germi. Questa opinione sostenuta anche da Cuvier è appoggiata da una esperienza recente di Schultze, il quale

ha osservato che facendo passare attraverso un bagno di acido solforico concentrato l'aria che da tutti credesi necessaria per la produzione degli infusorj, dalla decomposizione di sostanze organiche, nessuno animale si generò. Ciò prova secondo lui che i germi sono diffusi nell'aria e si sviluppano in circostanze propizie.

Le più classiche opere di fisiologia pubblicate in questi ultimi giorni sono quelle di Muller, Burdach e Dugès. La prima viene oggigiorno riputata assai classica, perchè tutta positiva e sperimentale, ed è un lavoro in realtà degno del dotto autore: la seconda è estesissima nelle generalità, e nella parte trascendentale; e sebbene taluni ne procurassero addentare le sottigliezze e l'immensità delle conoscenze che vi si contengono, pure è da riputarsi come lavoro di primo ordine che dà pruova della gran cura e dell'indefessa applicazione del suo dotto autore: il terzo a mio credere è oggigiorno il miglior trattato di fisiologia dell'uomo e degli animali, poichè la parte notomica vi è egregiamente trattata, e le verità fisiologiche vi sono ridotte a positive dimostrazioni. L'autore, di cui deploriamo la perdita prematura, ha riunito in detta sua opera tutte le novità che la scienza possiede al presente con massima chiarezza e precisione, senza perdersi inutilmente in vane quistioni che si sogliono agitare dai *fisiologi metafisici* (1).

Progresso della notomia e fisiologia vegetale.

La notomia e la fisiologia vegetabile hanno stretti legami colla notomia e fisiologia delle classi che costituiscono i primi anelli della catena animale. Bisogna perciò conoscere ancora i progressi ultimi di dette scienze, dei quali qui appresso tratterò in succinto.

Fitotomia. In questi ultimi tempi si sono esaminati gli integumenti delle piante, e soprattutto il sig. Mirbel ha fatto rilevare l'origine degli strati corticali e del tessuto degli alberi dicotiledoni. Decaisne ha studiato lo sviluppamento innormale dei fusti di alcune piante dicotiledoni e la struttura delle radici. Mohl ha determinato la formazione del sughero e del falso sughero, e la scorza delle dicotiledoni. Dutrochet si è occupato ad esaminare l'accrescimento dei tegumenti dei vegetabili, e Brogniart ha fatto nuove ricerche sulla struttura della epidermide delle piante.

Meyen di Berlino ha pubblicato una fisiologia vegetabile colla quale in qualche parte modifica le dottrine ammesse da Decandolle. Secondo lui, Mohl ed altri l'accrescimento e la struttura delle piante dicotiledoni non differisce in essenza da quel'a delle monocotiledoni. Egli dice che per comprendere ciò bisogna paragonare un ramo giovine di una dicotiledonea col fusto di una monocotiledonea. Le piante vascolari crescono mediante le gemme nelle quali è il centro delle vitali azioni, d'onde partono i vasi fibrosi che formano in parte gli strati successivi del legno e della corteccia. Questa nuova teorica adottata anche da Dupetit-Thouars, da Gaudichaud, il quale ha raccolti molti saggi di piante che la provano, ha rettificate le conoscenze che si aveano intorno alla struttura ed alla vita dei vegetabili.

Dutrochet ha studiato la corrente rotatoria degli umori nella *chara fragilis,* del qual fenomeno curioso ha egli cercato di scoprire la cagione ed il modo come si effettua: a tal uopo ha sottoposta la accennata pianta alle diverse influenze di temperatura, della luce, dell'aria atmosferica, degli agenti meccanici, chimici, elettrici, alle lesioni organiche a ferite di ago. Egli attribuisce questo moto rotatorio singolare alla *forza vitale* d'ignota origine, riconoscendone come eccitatori 1. l'esterna temperatura in certi limiti: 2. l'acqua: 3. l'aria atmosferica: 4. la luce. In fine fa conoscere che la forza vitale nelle piante è modificata dall'esterne influenze al pari che negli animali.

Notizia sulla irritabilità e fosforescenza.

In onore della verità e della gloria napolitana, scrisse Delle Chiaje *Necrolog. dei Socj ordinarj del Real Istituto d'Incoragg.* Nap. 1822 pag. 345, è d'uopo qui notare che la scoperta della irritabilità non debbasi attribuire a Glisson oppure ad Haller, come si è opinato dai fisiologi e specialmente da Tiedemann; ma essa spetta a T. Cornelio Cosentino un tempo prof. di Matematica e di Medicina nell' Ateneo napoletano. Imperocchè il Cornelio elegantissimo scrittore latino nei suoi

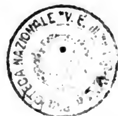
(1) *Di questa opera in 3 volumi ho fatta la versione dal francese in italiano e sarà pubblicata per le stampe a tutto il* 1840.

Progymnasmata physica, Venet. 1663 *et his accessere ejusd. Auct Opera quaedam posthuma* Neap. 1688 in 8. fa chiara e prolissa menzione della irritabilità degli animali, degli zoofiti e finanche delle piante tredici anni prima della pubblicazione dell'operà di Glisson (*De ventric. et intest.* VII. pag. 170. Lond. 1676) e circa diciotto lustri avanti che il fisiologo di Berna fatto avesse di pubblico dritto le sue esperienze sugli animali viventi (*Dissert. intorno alle parti irritab.* Nap. 1752). Nè puossi addurre che quest'ultimo abbia potuto ignorare i *Progymn.* del Cosentino, poichè egli stesso ne cita l'edizione napoletana (*Haller in Boerhav Meth. stud.* I 436 e 624, Ven. 1753), cui sono aggiunte le opere postume del Cornelio, onorato del solo titolo di *latine doctus*. Quindi ne oblia le osservazioni fatte sulla irritabilità del cuore (*Progymn.* VIII pag. 270), dello stomaco (*Progymn* VI pag. 215), dello scroto (*Progymn.* VI p. 215), dello scroto (*Progymn.* VI p. 216), delle *lucertole*, delle *serpi*, delle *testuggini* (*Progymn.* VI p. 273), degli *zoofiti*, delle *ostriche*, delle *spugne* (*Progymn. de sens.* p. 75, dell'*alleluja* (*idem* pag. 75), delle reste dell'*avena* (*Progymn.* VIII p. 272), della *sensitiva*, del *noli-me-tangere*, dell'*eliotropio*, dell'*elaterio*, delle foglie di altri vegetabili (*Progymn. de sens.* 76 78) ec. ec. Or da ciò conchiude Delle Chiaje qualmente la *irritabilità halleriana* avrebbe dovuto denominarsi *Corneliana*: nulla defraudando al merito del profondo Svizzero che in seguito ingegnossi ad illustrarla con ulteriori e più luminosi esperimenti. Per ulteriori notizie vedi: *Anatom. comp.* di Delle Chiaje Nap. 1836, vol. I, nè so comprendere come sieno stati omessi dal Tiedemann i lavori di questo gran fisiologo e finanche il titolo delle immortali testè citate sue opere.

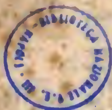
Delle Chiaje mi ha fatto osservare la fosforescenza emessa dalla *Pennatula phosphorica*. Tenevasi questa entro un vaso pieno di acqua marina e di notte, appena che s'irritava, i polipetti già spiegati ben tosto entravano nelle respettive nicchie, quindi detta pennatola compariva fosforescente nei soli orli delle pennuccie e nei lati della rachide, tranne questa e lo stipite della *pennatola*. Parve che in siffatti siti esistessero infiniti bulbetti cinti da acicolari spinucce, i quali stimolati mostrano dapprima un punto luminoso, poi ne diveniva decupla la fosforica aja di cadauno, quindi lo spettacolo finiva assolute 3-5 successive contrazioni ed espansioni. Anzi queste apparivano dalla base verso l'apice della *Pennatula* od al contrario da esprimerne esatto contorno fosforico, qualora era essa stimolata prossimamente a quella oppure a questa. In tempo di giorno e dentro oscurissima stanza la *Pennatula* emise languida luce, che fu vivacissima nella sera vegnente (1).

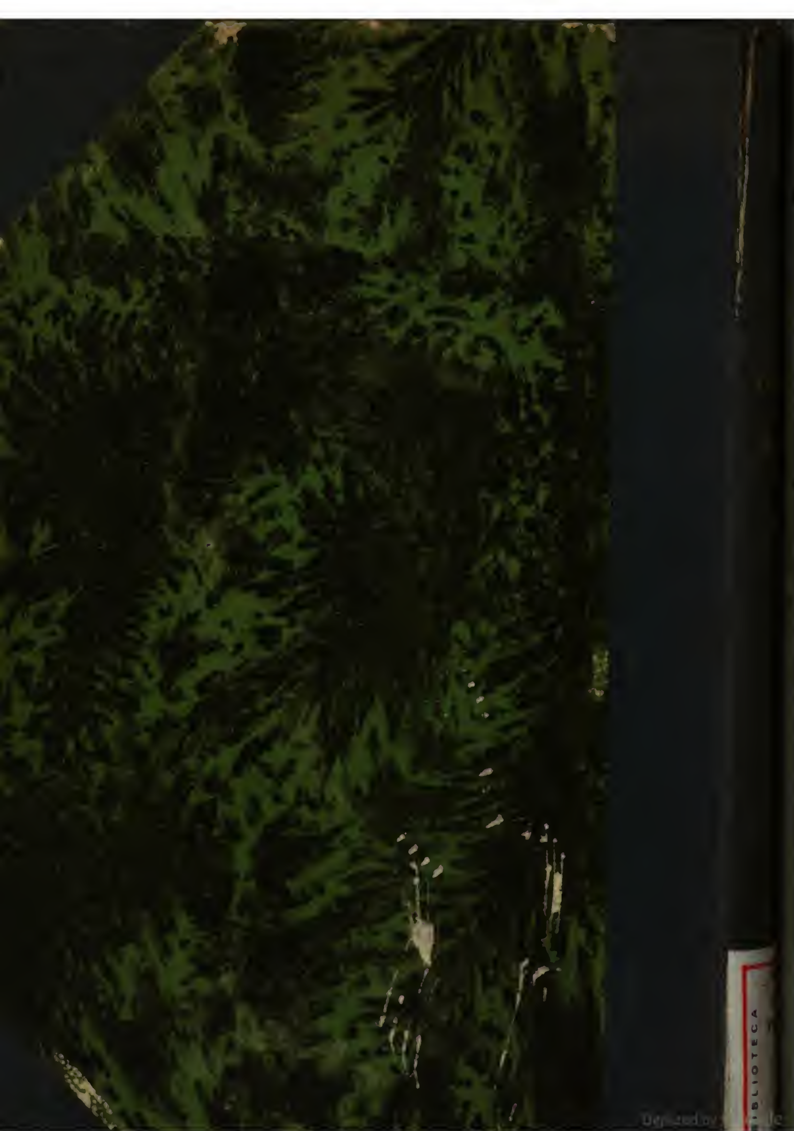
La Monografia sul *Proteus anguinus* ha reso celebri nella scienza i nomi di Configliacchi e Rusconi. Il dott. Manfrè reduce da Vienna ne ha recato due viventi a Delle Chiaje: il quale mi vi ha fatto vedere con semplice lente nelle laminette branchiali il passaggio del torrente globolare sanguigno dall'arteria nella vena, non che la esistenza delle glandule soprarenali e del particolare sistema venoso Jacobsoniano: cose sfuggite alla diligenza degl'illustri prof. di Pavia.

(1) *Egli nella* Salpa maxima (Anat. comp. I 84) *ha visto il moto vibratorio dai cirri delle vene branchiali aperte nel cuore, dante uscita a cinque o tre* (Salpa Tilesii) *tronchi aortici oltre il mediano vaso inferiore biforcato verso la posteriore apertura del corpo e circolare nell'anteriore, apparendone la mirabile rete mercè iniezione ad aria. Nell'*ascidia mentula *fin dallo scorso anno gli riuscì di agevole distinzione il sistema di vasi longitudinali dicotomi dall'ovale ganglio cefalico fornendo rami ai visceri ed alle due aperture del corpo. Ha seguito il nervo stomaco-gastrico nelle* aplisie *ed in altri Gasteropodi, restando in dubbio sè nerveo sia il cinqueraramoso vaso rosso boccale della* Holothuria triquetra (Anat. cit. 161).



INDICE


BIBLIOTECA NAZIONALE


BIBLIOTECA